MINISTERUL EDUCAŢIEI ŞI CERCETĂRII

BIOLOGIE

FILIERA TEORETICĂ

Tatiana Ţiplic

Manual pentru clasa a XI-a

A

11

Aramis
2006

1

Alcătuirea corpului uman

Topografia organelor
Planuri şi raporturi anatomice
Niveluri de organizare
Lucrări practice

Alcătuirea corpului uman

Totalitatea sistemelor de organe conectate structural şi funcţional, a căror activitate este reglată pe cale nervoasă şi umorală, alcătuieşte organismul. Organele care îndeplinesc aceeaşi funcţie majoră formează un sistem de organe.

Topografia organelor

Topografia se referă la modul de dispunere a organelor în regiunea capului, gâtului, trunchiului (cavitatea toracică, abdominală, pelvină).

Regiunea capului – neurocraniul – adăposteşte encefalul şi două glande endocrine (hipofiza şi epifiza). În stânca osului temporal se află săpată urechea medie şi internă. Viscerocraniul adăposteşte segmentele periferice ale analizatorilor vizual, olfactiv, gustativ, căile respiratorii (fosele nazale) şi digestive (cavitatea bucală).

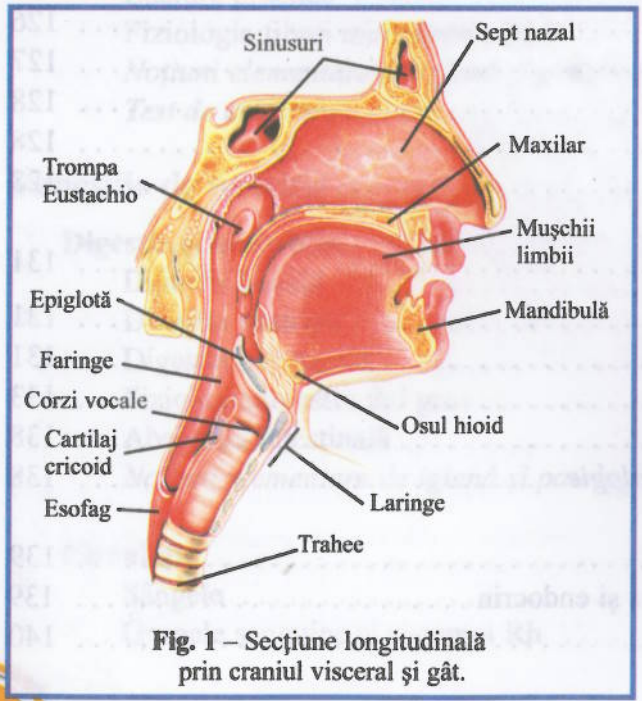


Fig. 1 – Secţiune longitudinală prin craniul visceral şi gât.

Regiunea gâtului este străbătută anterior de căile respiratorii (laringe şi parţial de trahee); posterior se află faringele (cale digestivă şi respiratorie) şi esofagul (cale digestivă). De o parte şi de alta a liniei mediane a gâtului se află vasele sanguine: arterele carotide (care irigă cu sânge oxigenat encefalul şi organele din regiunea gâtului) şi venele jugulare care primesc afluenţi de la unele organe ale capului şi gâtului. Anterior de laringe se găseşte glanda tiroidă, iar pe partea posterioară a lobilor laterali ai acesteia se află două perechi de glande paratiroide (fig. 1).

Cavitatea toracică adăposteşte cei doi plămâni, situaţi de o parte şi de alta a mediastinului. Acesta reprezintă spaţiul din cavitatea toracică cuprins între coloana vertebrală toracală, stern şi feţele mediale ale plămâni-

lor. Mediastinul adăposteşte: inima, traheea, esofagul (parţial), aorta, nervii vagi şi frenici, timusul. Cavitatea toracică este separată de cavitatea abdominală prin muşchiul diafragm (fig. 2).

Cavitatea abdominală adăposteşte o parte din sistemul digestiv (ficat, stomac, pancreas, intestin subţire şi o parte din intestinul gros). În partea superioară stângă a cavităţii abdominale şi în raport cu coada pancreasului se află splina. În regiunea posterioară a cavităţii abdominale, de o parte şi de alta a coloanei vertebrale toracolombare (T_{11}-L_3), se află cei doi rinichi, fiecare ocupând câte o lojă renală. La polul lor superior se găseşte câte o glandă endocrină suprarenală.

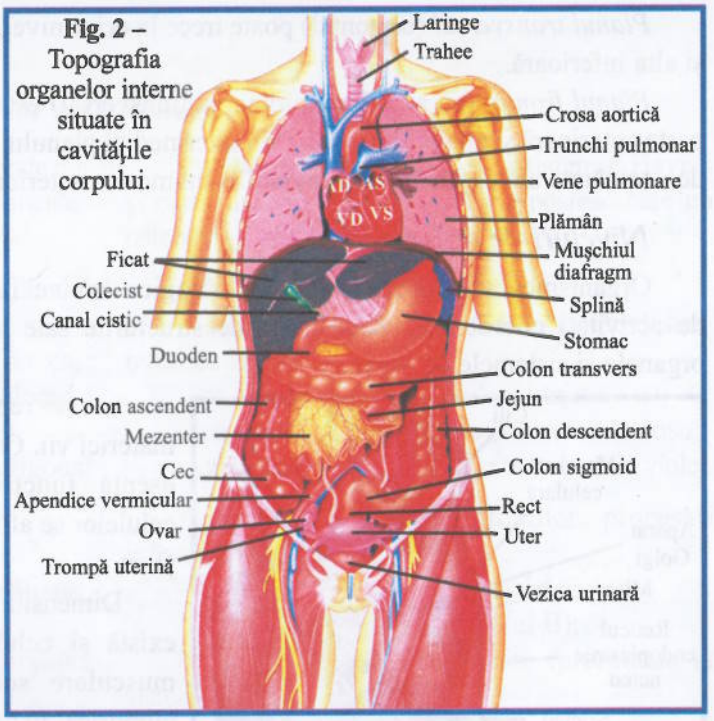


Fig. 2 – Topografia organelor interne situate în cavităţile corpului.

Cavitatea pelvină adăposteşte la femei organele sistemului reproducător feminin (ovare, trompe uterine, uter), iar la bărbaţi, prostata, veziculele seminale şi parţial căile extratesticulare. La ambele sexe, în cavitatea pelvină se mai află vezica urinară, căile extrarenale şi ultima parte a intestinului gros (rectul şi canalul anal).

Planuri şi raporturi anatomice

Corpul uman este tridimensional, prezentând o anumită înălţime, grosime şi lăţime, care diferă de la un individ la altul. Corpul uman poate fi considerat o figură geometrică spaţială, prin care pot trece trei axe şi trei planuri. Astfel, *axul longitudinal* corespunde înălţimii corpului, cel *antero-posterior,* grosimii şi cel *transversal,* lăţimii.

Prin două axe care se intersectează se trasează câte un plan.

Planul sagital (include axul longitudinal şi anteroposterior) împarte corpul în două jumătăţi simetrice; el constituie planul simetriei bilaterale. Simetria se referă şi la structura internă a organismului. Există două emisfere cerebrale, doi plămâni, doi rinichi, două ovare (fig. 3) Întâlnim şi situaţii de asimetrie: există o singură inimă, un singur ficat.

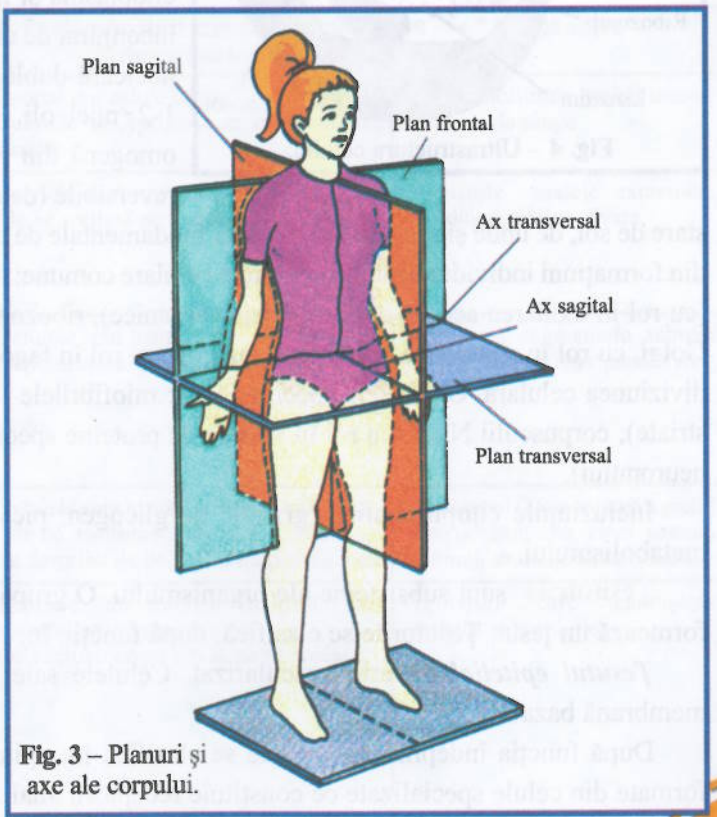


Fig. 3 – Planuri şi axe ale corpului.

Planul transversal (orizontal) poate trece la orice nivel, împărţind corpul într-o regiune superioară şi alta inferioară.

Planul frontal (cu axul longitudinal şi transversal) este paralel cu fruntea; el divide corpul într-o parte anterioară şi alta posterioară. Prin intermediul planului frontal putem observa care sunt raporturile de vecinătate ale organelor din cavităţile enumerate anterior.

Niveluri de organizare

Organismele vii reprezintă sisteme biologice de nivel individual. Viaţa organismului este asigurată de activităţi coordonate, desfăşurate de structurile sale ierarhizate, cum sunt: celulele, ţesuturile, organele şi sistemele de organe.

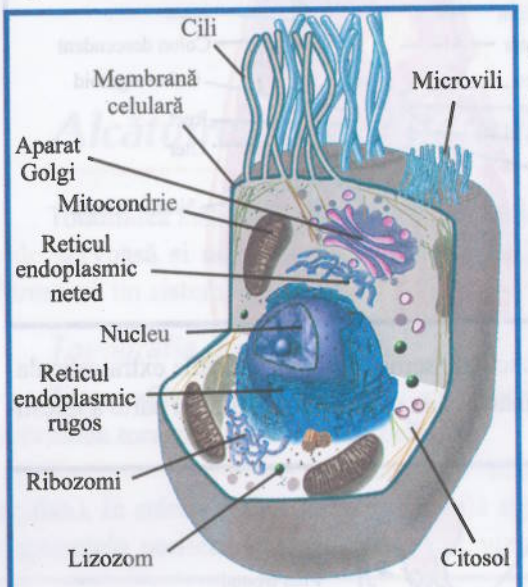


Fig. 4 – Ultrastructura celulei.

Celula reprezintă unitatea structurală şi funcţională a materiei vii. Ca unitate funcţională, celula îndeplineşte în esenţă funcţiile generale ale organismului. Forma celulelor se află în raport cu funcţiile îndeplinite de ele în ţesut.

Dimensiunile sunt în medie de 20-30 microni, dar există şi celule cu dimensiuni de 10-12 cm (fibrele musculare scheletice). Forma lor poate fi cubică, cilindrică, fuziformă, stelată, piramidală etc.

Celula este formată din membrană (constituită din bistratul fosfolipidic, străbătut de canale ionice), citoplasmă şi nucleu (fig. 4). Acesta este situat central şi înconjurat de un înveliş nuclear, alcătuit dintr-o membrană nucleară dublă, prevăzută cu pori. În carioplasmă se află 1-2 nucleoli. Citoplasma fundamentală, nestructurată, omogenă din punct de vedere fizic, se află în două stări reversibile (de sol şi de gel). Reacţiile chimice se petrec în stare de sol, de unde şi numele citoplasmei fundamentale de citosol. Citoplasma structurată este alcătuită din formaţiuni individualizate – organitele celulare comune: reticulul endoplasmatic neted, mitocondriile (cu rol în oxidarea aerobă a susbstanţelor organice), ribozomii, reticulul endoplasmatic rugos, aparatul Golgi, cu rol în sinteza de proteine; lizozomii, cu rol în fagocitoză şi pinocitoză; centrozomul, cu rol în diviziunea celulară. Organitele specifice sunt: miofibrilele (elementele contractile ale fibrei musculare striate); corpusculii Nissl (cu rol în sinteza de proteine specifice); neurofibrilele (elemente de susţine a neuronului).

Incluziunile citoplasmatice (granule de glicogen, picături de grăsime etc.) iau naştere în urma metabolismului.

Ţesuturile sunt subsisteme ale organismului. O grupare de celule cu aceeaşi structură şi funcţie formează un ţesut. Ţesuturile se clasifică, după funcţii, în: epitelial, conjunctiv, muscular şi nervos.

Ţesutul epitelial nu este vascularizat. Celulele sale, alipite unele de altele, se sprijină pe o membrană bazală.

După funcţia îndeplinită epiteliile se clasifică în: epitelii de acoperire, glandulare şi senzoriale, formate din celule specializate ce constituie receptorii analizatorilor gustativ, auditiv, vestibular.

Lucrări practice

Observaţii microscopice asupra celulelor şi ţesuturilor

Principiul metodei. Elaborarea de preparate microscopice temporare şi utilizarea celor permanente.

Epiteliul mucoasei linguale:

– se raclează blând limba cu ajutorul unei linguriţe de material plastic;

– materialul colectat se pune într-o sticlă de ceas;

– elaboraţi un preparat microscopic, coloraţi-l cu albastru de metil (la nevoie cu cerneală);

– veţi observa celule cu aspect poligonal (privite de sus) şi turtite (privite lateral);

Ţesutul osos:

– se secţionează carena unei păsări sănătoase, sacrificate;

– se subţie osul cu o hârtie abrazivă (şmirghel) până devine transparent;

– se observă la microscop şi sistemul Havers şi osteoplastele (cavităţi care adăpostesc câte un osteocit – celulă osoasă).

Fibrele musculare striate:

– secţionaţi un fragment din muşchiul sternului de la pasăre;

– se separă fibrele musculare striate;

– cu eozină citoplasma se colorează în roşu;

– cu hematoxilină nucleul se colorează în violet.

Pentru completarea noţiunilor procesaţi informaţiilor furnizate de:

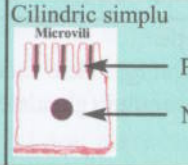
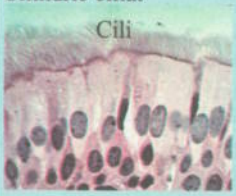
– epiteliile de acoperire (tabelul I);

– epiteliile glandulare (tabelul II);

– tipurile de fibre musculare (prezentate la sistemul muscular).

Epiteliile de acoperire*

Tabelul I

Tipul de epiteliu	Clasificarea	Particularităţi structurale şi funcţionale	Răspândire
Epiteliul unistratificat (simplu)	Pavimentos simplu	• Format din celule turtite. • Celulele se sprijină pe o membrană bazală.	Intră în alcătuirea tunicii interne a vaselor de sânge.
	Cubic simplu	• Celulele au formă cubică. • Ele se sprijină pe membrana bazală.	Căptuşeşte canalele excretoare mici din glandele salivare.
	Cilindric simplu 	• Celulele sunt înalte. • La polul apical prezintă microvili.	Căptuşeşte segmentele tubului digestiv, de la stomac până la rect.
Epiteliul stratificat	Pavimentos cheratinizat	• Celulele sunt turtite, cheratinizate, încărcate cu o substanţă proteică (cheratină). • Se desprind de pe suprafaţa pielii şi cad.	• Epidermul (lama externă a pielii) este alcătuit din cinci straturi. Ultimul strat se cheratinizează.
Epiteliul pseudostratificat	Cilindric ciliat 	• Celulele, de diferite înălţimi, sunt aşezate într-un singur strat. • Cele cilindrice au cili la polul apical.	• Epiteliul care căptuşeşte traheea şi bronhiile.

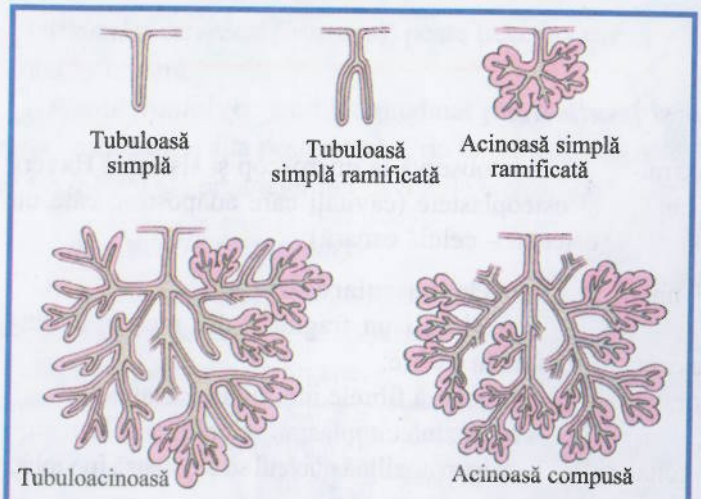


Fig. 5 – Tipuri de glande exocrine.

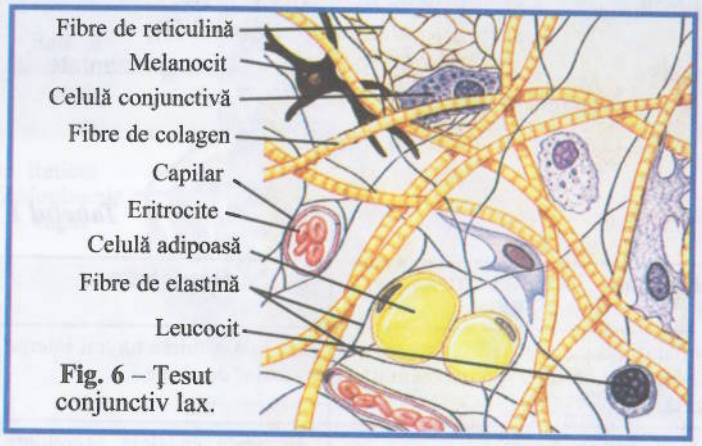


Fig. 6 – Ţesut conjunctiv lax.

Epiteliile glandulare, alcătuite din celule secretoare asociate cu ţesut conjunctiv şi cu capilare, formează glande specializate în secreţia anumitor produşi (fig. 5).

După modul de excreţie a produşilor secretaţi, glandele sunt: exocrine (salivare, sudoripare); endocrine (hipofiză, tiroidă) şi mixte (pancreas, ovar, testicul).

Ţesutul conjunctiv este format din celule şi fibre conjunctive integrate în substanţa fundamentală. După consistenţa substanţei fundamentale, ţesuturile sunt (fig. 6):

- *moi* (lax, reticulat, adipos, fibros, elastic);
- *semidure* (cartilaginos – nevascularizat); alcătuite din substanţă fundamentală (condrină, impregnată cu săruri de calciu şi sodiu), condrocite (celulele cartilaginoase) şi fibre conjunctive; varietaţile de cartilaje sunt: hialin (laringe), elastic (pavilionul urechii) şi fibros (discurile intervertebrale).
- *dure* (ţesutul osos), alcătuite din oseină (impregnată cu săruri fosfocalcice), fibre de colagen şi celule osoase (osteoblaste, osteocite şi osteoclaste). Varietăţile de ţesut osos sunt compact şi spongios.

Epiteliile glandulare ***Tabelul II***

Tipul glandei	Morfologia	Eliminarea produşilor de secreţie
Exocrine	• Tubuloasă simplă (glandele intestinale) • Acinoase (glandele lacrimale) • Tubuloacinoase (glandele salivare)	Prin canale de excreţie • La exteriorul corpului (glandele sudoripare şi sebacee) • În cavităţile organismului (glandele salivare, gastrice şi intestinale)
Endocrine	• Cordoane (adenohipofiza) • Foliculi (tiroida)	Produşii de secreţie – hormonii sunt eliminaţi direct în sânge
Mixte Pancreasul	Pancreasul = acini (exocrin) + insule (endocrin)	Sucul pancreatic în duoden + hormonii pancreatici în sânge
Ovarul	Foliculi ovarieni	Ovocitul II ajunge în trompa uterină + hormonii ovarieni în sânge
Testiculul	Tubii seminiferi + celule interstiţiale Leydig	Spermatozoidul ajunge în lichidul seminal + hormonii androgeni în sânge

Ţesutul muscular se clasifică în: striat scheletic şi striat cardiac (miocardul). Cel neted formează muşchii viscerali şi ai vaselor de sânge

Ţesutul nervos este format din celule specializate (neuroni) şi celule gliale, care se distribuie printre neuroni (fig. 7).

Organele sunt formate din diferite tipuri de ţesuturi, care îndeplinesc anumite funcţii. De exemplu, inima este un organ muscular cavitar. În structura ei se găseşte ţesut muscular cardiac de tip striat (miocardul), ţesut epitelial (endoteliul), care îi căptuşeşte cavităţile, şi ţesut conjunctiv (din alcătuirea pericardului fibros şi cordajelor, valvelor şi septurilor).

Organele interne pot fi cavitare sau parenchimatoase. Cele cavitare (stomac, intestin, vezică urinară, uter etc.) sunt alcătuite dintr-un perete format din mai multe tunici care delimitează o cavitate.

Organele parenchimatoase (ficat, plămâni, rinichi) sunt formate din parenchim, bogat vascularizat şi inervat.

Sistemele de organe sunt formate din totalitatea organelor care îndeplinesc aceeaşi funcţie (relaţie, nutriţie şi reproducere).

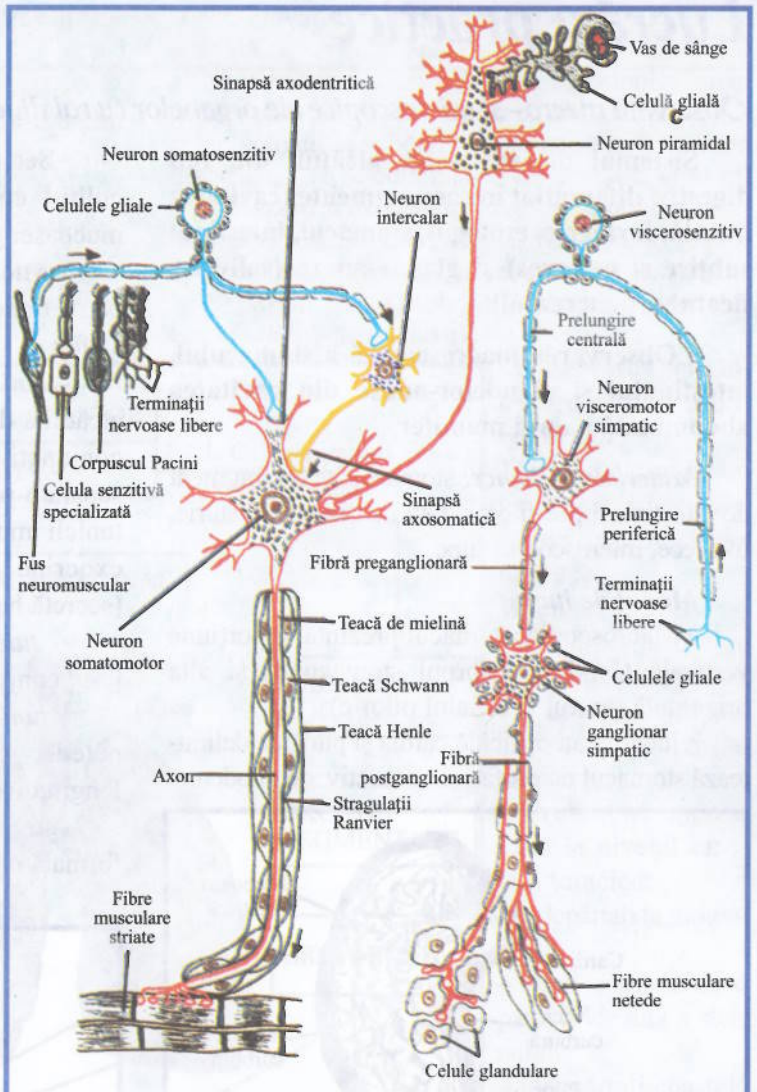


Fig. 7 – Tipuri de neuroni şi sinapse.

Sistemul biologic individual prezintă anumite însuşiri: integralitatea, echilibrul dinamic şi autoreglarea. Integralitatea permite funcţionarea organismului ca un tot unitar. El îndeplineşte funcţii noi: autoconservarea (menţinerea vieţii) şi reproducerea (fig. 8).

Echilibrul dinamic constă în fluxul continuu de materie şi energie dintre organism şi mediu, ceea ce constituie metabolismul.

Autoreglarea constă în autocontrolul proceselor fiziologice din organism prin mecanismul de conexiune inversă (*feed-back*). (*Feed-back*-ul este un termen cibernetic, care se referă la sistemul de menţinere constantă a unui parametru, pe baza principiului acţiunii şi reacţiunii.) Prin *feed-back* negativ se menţin: temperatura corpului, glicemia, calcemia etc.

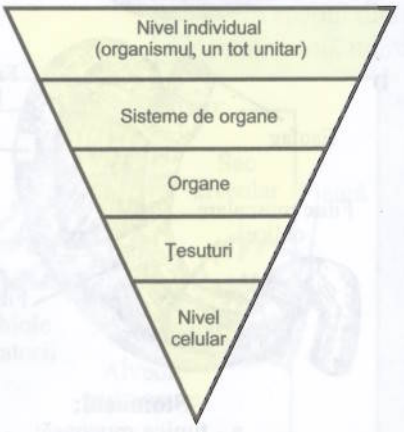


Fig. 8. Niveluri de organizare

Lucrări practice

Observații macro– și microscopice ale organelor cu rol digestiv, respirator, circulator și excretor

Sistemul digestiv estge alcătuit din tub digestiv, diferențiat în șase segmente (cavitatea bucală, faringele, esofagul, stomacul, intestinul subțire și cel gros) și glande-anexe (salivare, ficatul și pancreasul).

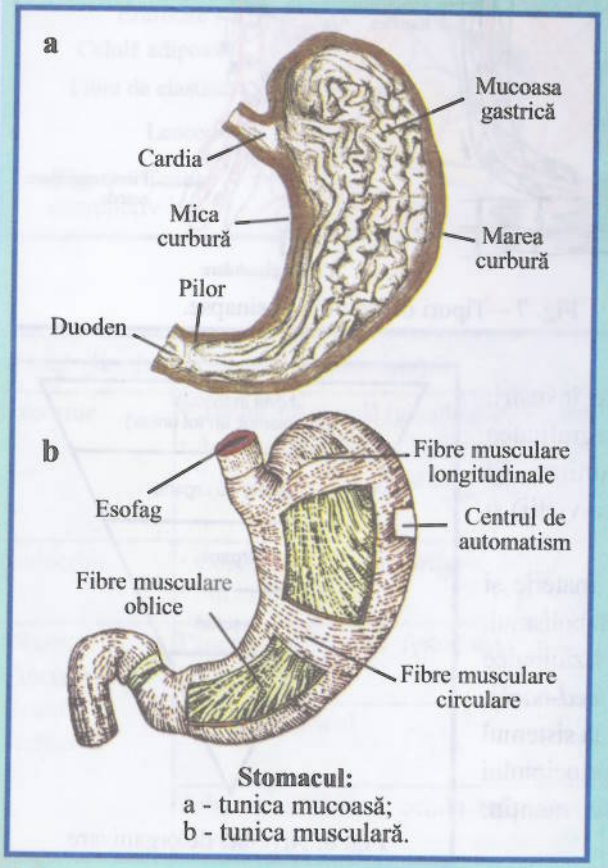
• Observarea macroscopică a stomacului, intestinului și glandelor-anexe din cavitatea abdominală a unui mamifer.

Materiale biologice: stomac, câte un fragment de intestin subțire și gros, tăvi de disecție, bisturie, foarfece, microscoape, lupe.

Modul de lucru:

• Macroscopic, stomacul prezintă: o porțiune verticală (fundul și corpul stomacului) și alta orizontală (antrul și canalul piloric).

• Identificați orificiile cardia și pilor, ce delimitează stomacul de esofag și, respectiv, de duoden.



Stomacul:
a - tunica mucoasă;
b - tunica musculară.

• Secționați stomacul la nivelul micii curburi, goliți-i conținutul, spălați-l și observați cutele mucoasei gastrice.

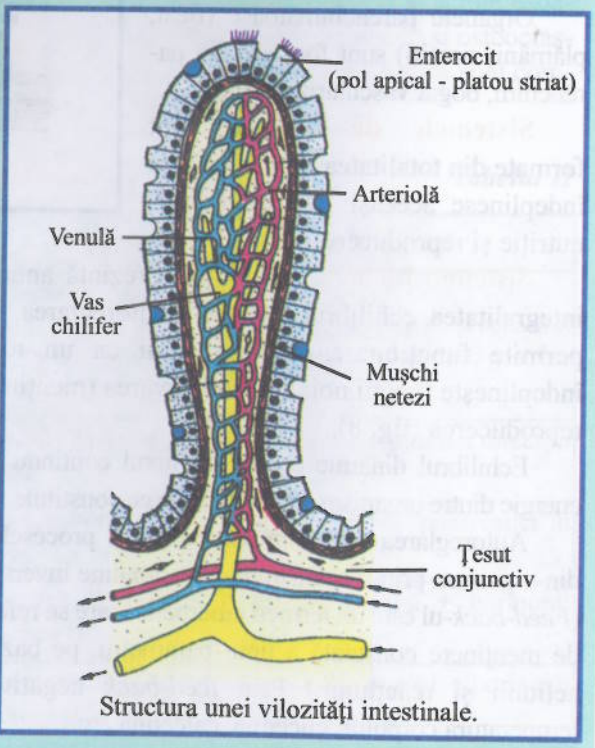
• Microscopic, peretele stomacului prezintă patru tunici, orientate din interior spre exterior astfel:

– *tunica mucoasă* – căptușește stomacul; este alcătuită din epiteliu simplu cilindric și din țesut conjunctiv, numit corion, bogat vascularizat, separate printr-o membrană bazală; în grosimea tunicii mucoase se află glande gastrice, celule exocrine (secretă suc gastric) și endocrine (secretă hormoni digestivi locali);

– *tunica submucoasă* – este alcătuită din țesut conjunctiv lax, bogat vascularizat și inervat;

– *tunica musculară* – conține fibre musculare netede, dispuse în trei straturi: extern – longitudinal; mijlociu – circular și intern – oblic.

– *tunica externă*, numită adventice, este formată din țesut conjunctiv lax.



Structura unei vilozități intestinale.

• Observaţi structura unei vilozităţi intestinale pe preparate microscopice permanente:

– are formă conică;

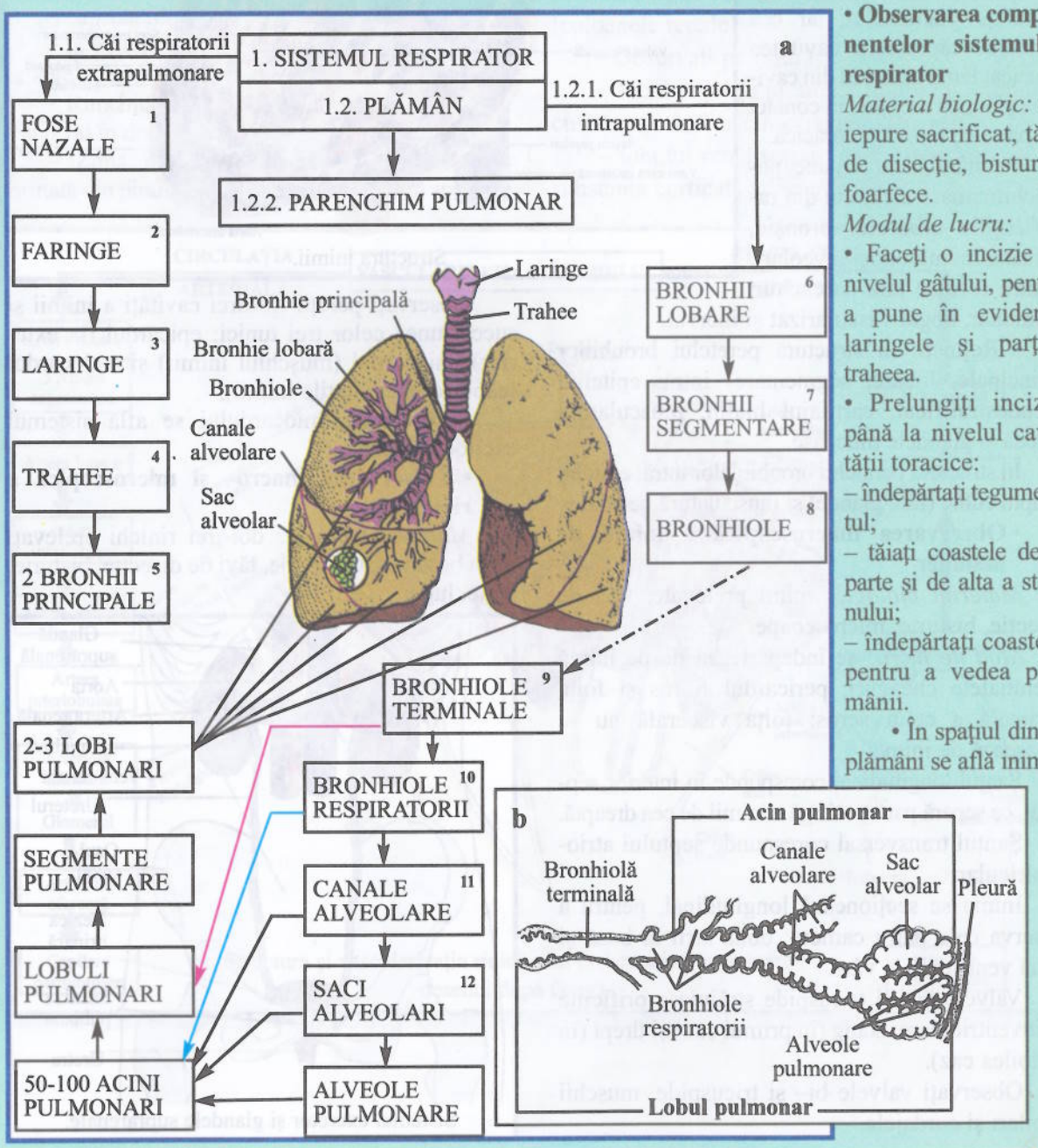
– este acoperită la exterior de un epiteliu simplu cilindric, ale cărui celule (enterocite) prezintă la polul apical un platou striat (format din numeroşi microvili, cu aceeaşi înălţime);

– în interior conţine: ţesut conjunctiv lax, o arteriolă, o venulă, capilare sanguine şi un capilar limfatic (chilifer central).

• Intestinul gros continuă ileonul şi se termină cu orificiul anal.

• Observaţi componentele intestinului gros: cecul, redus la om, se continuă cu apendicele vermicular; colonul se subdivide în: ascendent, transvers, descendent, ce se continuă cu cel sigmoid, şi rectul – ultima parte a intestinului gros – se continuă cu canalul anal, care se termină cu orificiul anal, străjuit de sfincterul anal intern, neted, şi extern – striat.

• Priviţi pe un mulaj din laborator glandele-anexe ale tubului digestiv.



• Observarea componentelor sistemului respirator

Material biologic: un iepure sacrificat, tăvi de disecţie, bisturie, foarfece.

Modul de lucru:

• Faceţi o incizie la nivelul gâtului, pentru a pune în evidenţă laringele şi parţial traheea.

• Prelungiţi incizia până la nivelul cavităţii toracice:

– îndepărtaţi tegumentul;

– tăiaţi coastele de o parte şi de alta a sternului;

– îndepărtaţi coastele pentru a vedea plămânii.

• În spaţiul dintre plămâni se află inima.

• Prin deschiderea cavităţii abdominale se observă topografia organelor interne şi raporturile dintre ele.

• Observaţi morfologia plămânilor:

– consistenţa, forma, culoarea, şanţurile (unul pe plămânul stâng, două pe cel drept);

– plămânul este acoperit de pleură: foiţa viscerală aderă la suprafaţa plămânului, iar cea parietală căptuşeşte cavitatea toracică; lama de lichid din cavitatea pleurală menţine în contact plămânii cu cavitatea toracică.

Plămânii sunt organe parenchimatoase alcătuite din ramificaţiile arborelui bronşic, din saci membranoşi alveolari, printre care se află parenchim pulmonar, bogat vascularizat şi inervat.

• Reţineţi: în structura peretelui bronhiilor (principale, lobare, segmentare) intră: epiteliul pseudostratificat, cartilajul hialin, musculatura netedă şi glandele mucoase.

În structura peretelui bronhiolelor intră: epiteliu simplu cubic (fără glande) şi musculatură netedă.

• **Observarea macroscopică a inimii de mamifer**

Material biologic: inimi prelevate, tăvi de disecţie, bisturie, microscoape.

Mod de lucru: se îndepărtează de pe inimă eventualele cheaguri, pericardul fibros şi foiţa parietală a celui seros; foiţa viscerală nu se detaşează de inimă.

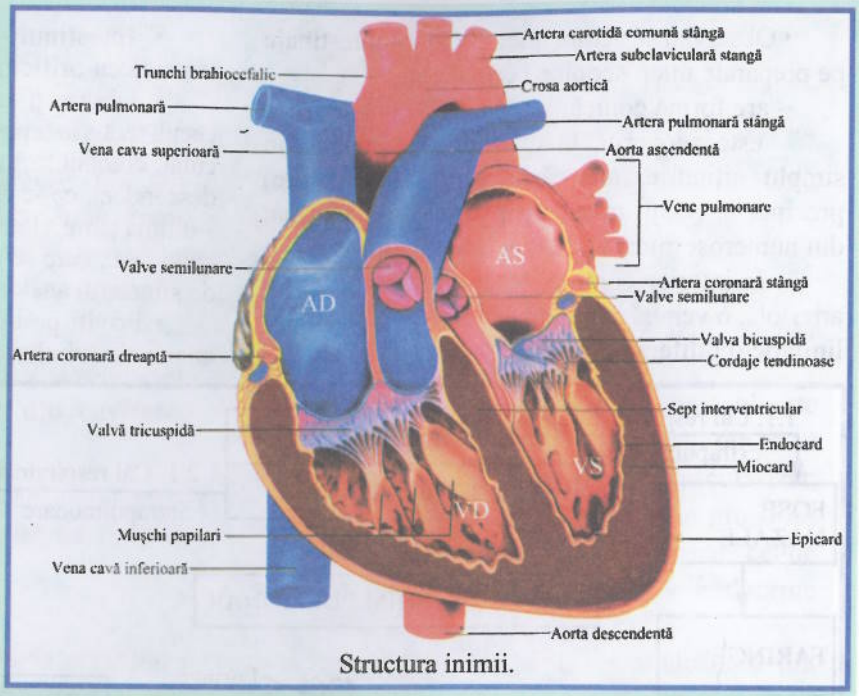
Şanţul longitudinal corespunde în interior septului, ce separă partea stângă a inimii de cea dreaptă.

Şanţul transversal corespunde septului atrioventricular.

Inima se secţionează longitudinal, pentru a observa cele patru camere: două atrii la bază şi două ventricule la vârf.

Valvele bi– şi tricuspide străjuiesc orificiile atrioventriculare: stâng (în primul caz) şi drept (în al doilea caz).

Observaţi valvele bi– şi tricuspide, muşchii papilari şi cordajele.



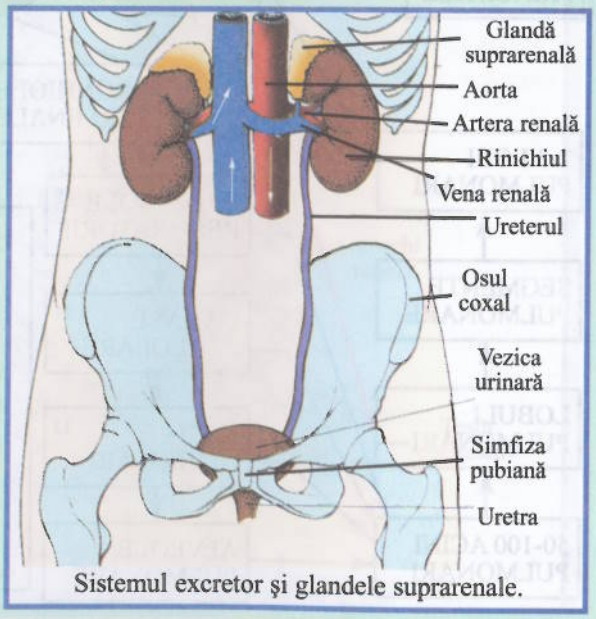
Structura inimii.

Observaţi pereţii fiecărei cavităţi a inimii şi succesiunea celor trei tunici: epicardul (la exterior), miocardul (muşchiul inimii) şi endocardul (căptuşeşte cavităţile inimii).

În grosimea miocardului se află sistemul excitoconductor.

• **Observarea macro– şi microscopică a rinichiului**

Material biologic: doi-trei rinichi prelevaţi de la bovine sau porcine, tăvi de disecţie, bisturie, lame, lupe.



Sistemul excretor şi glandele suprarenale.

Modul de lucru:

• Se apreciază culoarea şi forma rinichiului, i se determină greutatea.

• Pe faţa medială a rinichiului puteţi observa hilul, locul de intrare a arterei renale şi de ieşire a venei renale şi pelvisului renal.

• Observaţi componentele sistemului excretor (cei doi rinichi împreună cu căile urinare)

Secţionaţi rinichiul de-a lungul liniei mediane. Dinspre partea convexă spre partea concavă se observă:

– capsula renală care acoperă rinichiul;

– la exterior – o zonă de culoare mai deschisă, iar spre interior, alta de culoare mai închisă;

• Rinichiul este alcătuit din parenchim renal, organizat în două zone:

– Zona medulară, situată în interior, este formată din piramide Malpighi, care apar în secţiune de forma unor triunghiuri cu vârful îndreptat spre pelvisul renal, iar baza spre capsula renală. Vârful piramidei, numit papilă renală, este străbătut de orificii ce constituie locul de deschidere a tubilor colectori în calicele renale mici. Piramidele Ferrein se află în prelungirea piramidelor Malpighi.

– Zona corticală este alcătuită din trei porţiuni:

– una subcapsulară;

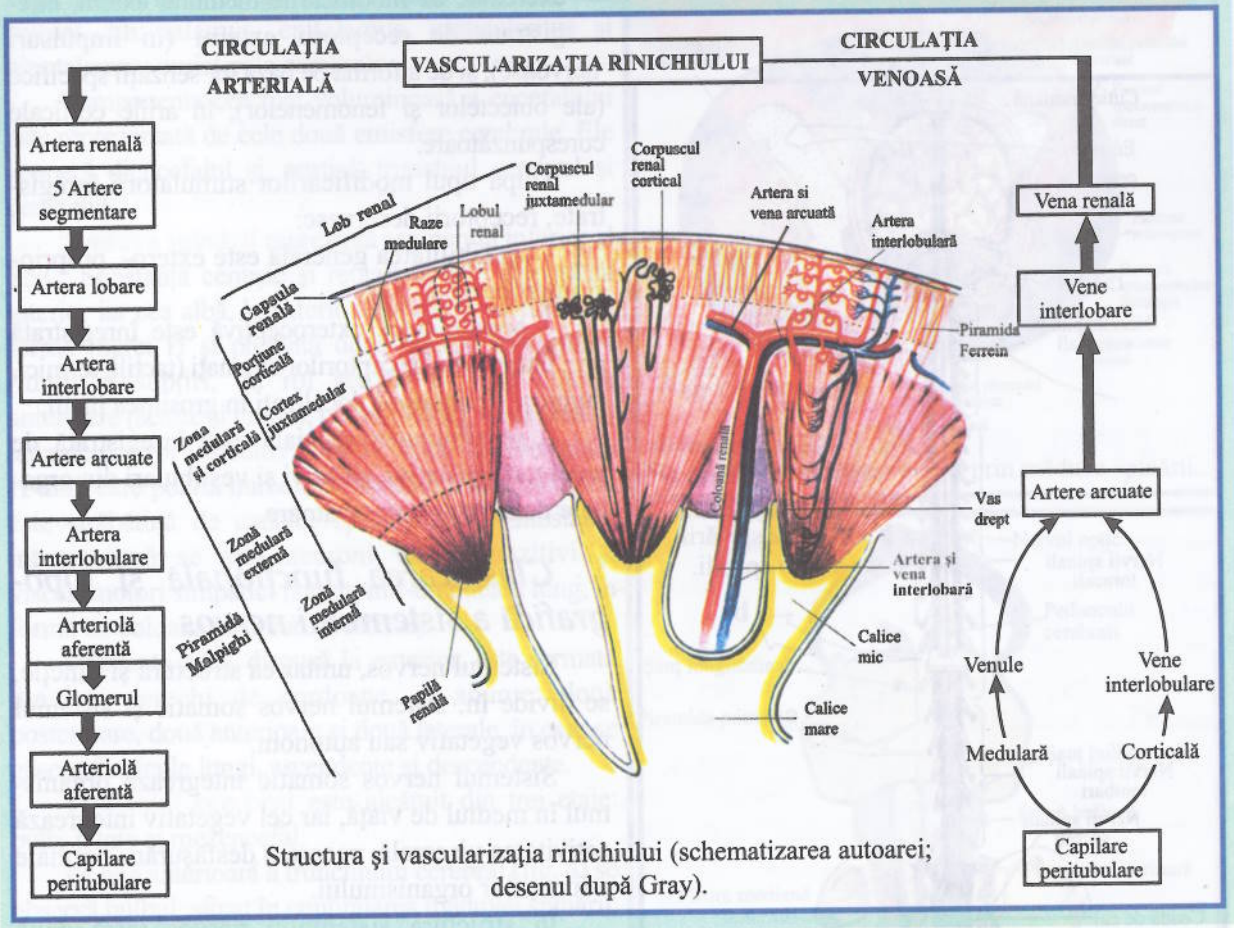
– alta situată între piramidele Ferrein;

– a treia ce coboară printre piramidele Malpighi (coloanele renale).

• Observaţi pe figură:

– lobul renal (o piramidă Malpighi împreună cu piramidele Ferrein corespunzătoare);

– lobulul renal (piramida Ferrein însoţită de substanţa corticală adiacentă ei).



Structura şi vascularizaţia rinichiului (schematizarea autoarei; desenul după Gray).

2

Funcţiile fundamentale ale organismului uman

Funcţiile de relaţie
- Sistemul nervos
- Analizatorii
- Sistemul endocrin
- Mişcarea

Funcţiile de nutriţie
- Digestia şi absorbţia
- Circulaţia
- Respiraţia
- Excreţia
- Metabolismul

Funcţia de reproducere

Organismul, un tot unitar

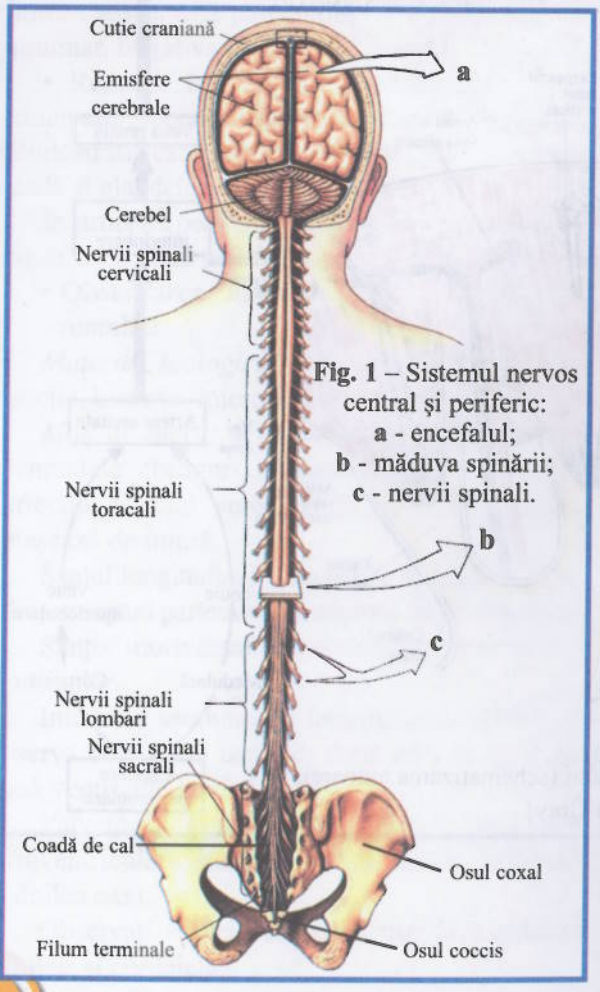


Fig. 1 – Sistemul nervos central şi periferic:
a - encefalul;
b - măduva spinării;
c - nervii spinali.

Funcţiile de relaţie

Sistemul nervos

Funcţiile de relaţie asigură legătura organismului cu condiţiile variabile ale mediului de viaţă şi se realizează prin intermediul sistemului nervos, organelor de simţ, sistemului locomotor – osos şi muscular – şi al celui endocrin. La baza funcţiei de relaţie stau sensibilitatea senzitivo-senzorială şi mişcarea organismului uman în mediul de viaţă, datorate activităţilor coordonate de sistemul nervos somatic.

Sensibilitatea constă în capacitatea sistemului nervos somatic de a transforma influenţele exercitate de modificările mediului extern, înregistrate de receptorii externi (în impulsuri nervoase), şi de a forma pe baza lor senzaţii specifice (ale obiectelor şi fenomenelor), în ariile corticale corespunzătoare.

După tipul modificărilor stimulatorii înregistrate, receptorii deservesc:

– sensibilitatea generală este extero-, proprio- şi interoceptivă;

– sensibilitatea exteroceptivă este înregistrată prin intermediul receptorilor cutanaţi (tactili, termici, dureroşi şi vibratori), localizaţi în grosimea pielii;

– sensibilitatea specială este înregistrată de receptorii gustativi, auditivi şi vestibulari din organele de simţ corespunzătoare.

Clasificarea funcţională şi topografică a sistemului nervos

Sistemul nervos, unitar ca structură şi funcţie, se divide în: sistemul nervos somatic şi sistemul nervos vegetativ sau autonom.

Sistemul nervos somatic integrează organismul în mediul de viaţă, iar cel vegetativ integrează activitatea viscerală, necesară desfăşurării normale a funcţiilor organismului.

În structura sistemului nervos intră două componente: una centrală – sistemul nervos central (SNC) sau axul cerebrospinal, şi alta periferică (fig. 1).

Sistemul nervos central este format din măduva spinării (adăpostită în canalul vertebral) şi encefal (adăpostit în cutia craniană). Componenta periferică este alcătuită din nervii spinali şi cranieni, ganglioni nervoşi şi plexuri nervoase.

Atât sistemul nervos somatic cât şi cel vegetativ conţin o componentă centrală şi alta periferică, structuri somatice şi vegetative. Centrii nervoşi somatici şi vegetativi se află în interiorul sistemului nervos central.

Axul cerebrospinal este alcătuit din mai multe segmente (fig. 2): măduva spinării; trunchiul cerebral, situat în prelungirea măduvei spinării, se subdivide în trei etaje (bulb, punte şi mezencefal); cerebelul, diencefalul, aşezat în prelungirea trunchiului cerebral, este format din: talamus, epitalamus, metatalamus şi hipotalamus; emisferele cerebrale.

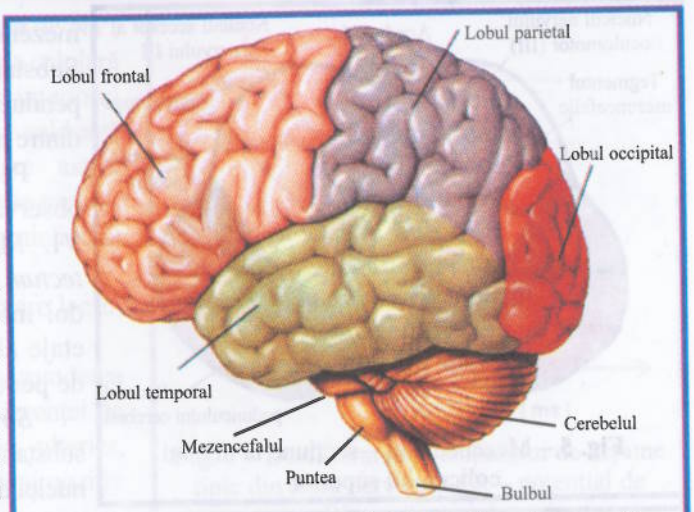


Fig. 2 – Faţa laterală a encefalului – vedere de ansamblu

Componenta cea mai voluminoasă a encefalului este reprezentată de cele două emisfere cerebrale. Ele acoperă diencefalul şi, parţial, trunchiul cerebral şi cerebelul.

Măduva spinării reprezintă segmentul inferior al SNC. Substanţa cenuşie şi reticulată este dispusă la interior iar cea albă, la exterior. Substanţa cenuşie are forma literei H şi prezintă două coarne posterioare (lungi şi subţiri, cu rol senzitiv), două coarne anterioare (scurte şi groase, cu rol motor), două coarne laterale (cu rol vegetativ (fig. 3). Bara transversală a H-ului, care poartă numele de substanţă intermediară, este străbătută de canalul ependimar. În substanţa intermediară se află neuroni viscerosenzitivi şi visceromotori simpatici (situaţi într-un nucleu lung, în formă de coloană (din cornul lateral).

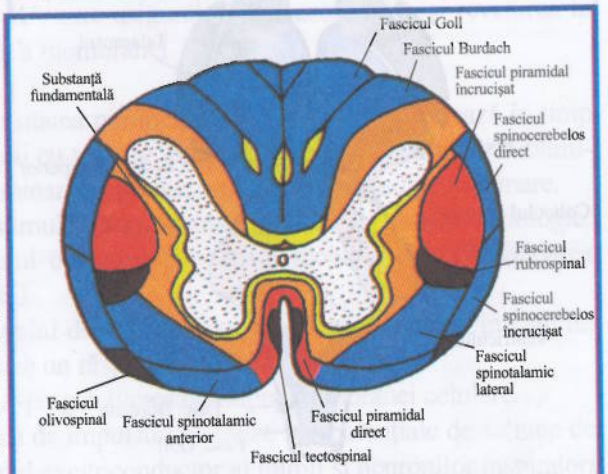


Fig. 3 – Secţiune transversală prin măduva spinării.

Substanţa albă, dispusă la exterior, este formată din trei perechi de cordoane, şi anume: două posterioare, două anterioare şi două laterale, în care se găsesc fascicule lungi, ascendente şi descendente.

Trunchiul cerebral este alcătuit din trei etaje: bulb, punte şi mezencefal.

Pe faţa anterioară a trunchiului cerebral (fig. 4) se observă bulbul; situat în continuarea măduvei spinării, se întinde până la nivelul şanţului bulbopontin. Puntea are forma unei benzi de substanţă albă, situată între bulb şi mezencefal. Mezencefalul este situat între punte şi diencefal. Pe partea anterioară a

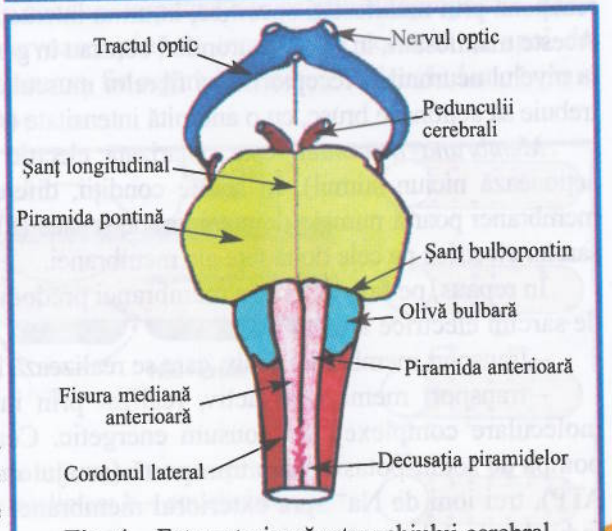


Fig. 4 – Faţa anterioară a trunchiului cerebral.

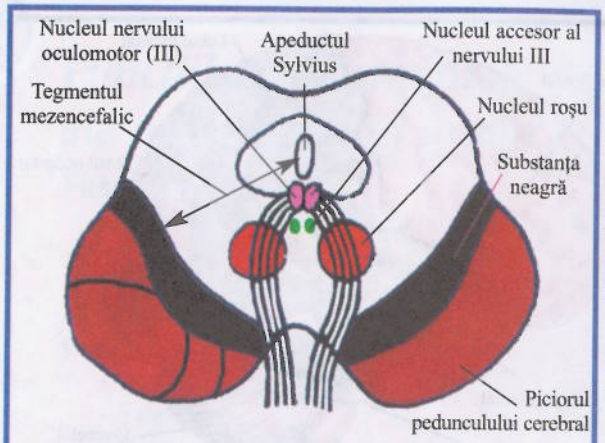


Fig. 5 – Mezencefalul – secţiune la nivelul colicului superior.

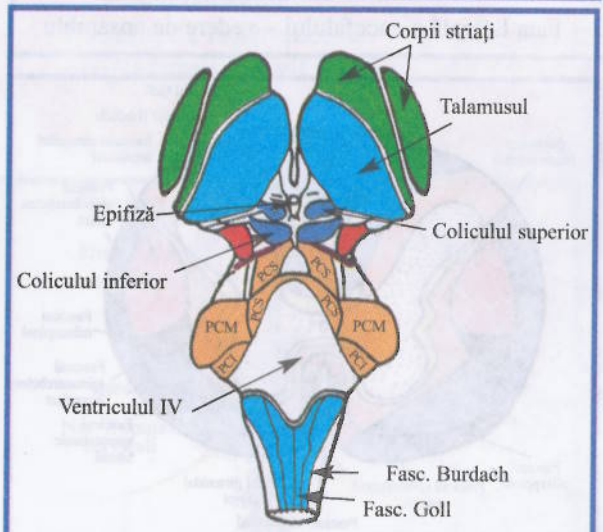


Fig. 6 – Faţa posterioară a trunchiului cerebral.

mezencefalului se află doi pendunculi cerebrali. Substanţa neagră prezintă ventral picioarele penduculilor cerebrali iar dorsal, tegmentul – spaţiul dintre apeductul Sylvius şi substanţa neagră. (fig. 5).

Pe faţa posterioară a trunchiului cerebral se observă bulbul şi puntea, ce delimitează venticulul VI. Mezencefalul prezintă pe faţa posterioară *tectum*, alcătuit din patru coliculi (doi superiori şi doi inferiori). Cerebelul este conectat cu cele trei etaje ale trunchiului cerebral prin cele trei perechi de penduculi cerebeloşi (fig. 6).

Structura. Trunchiul cerebral este format din substanţă cenuşie, situată la interior (fragmentată în nuclei din cauza decusaţiei senzitive şi motorii) şi substanţă albă, situată între nuclei şi la exteriorul trunchiului cerebral. Spaţiile libere dintre fibrele nervoase sunt ocupate de substanţa reticulată. Nucleii de origine ai nervilor cranieni sunt: brahio- şi somatomotori – simplificat motori, vegetativi parasimpatici (de origine a fibrelor preganglionare ce urmează traiectul unor nervi cranieni), senzitivi (conţin deutoneuronul cu care fac sinapsă fibrele unor nervi cranieni) şi proprii. Aceşti nuclei se află în: bulb (nc. Goll şi Burdach, nc. olivari şi cei ai substanţei reticulate), în punte (nc. substanţei reticulate), în mezencefal (coliculii, nc. roşu, substanţa neagră).

Proprietăţile neuronului. Sinapsa

Proprietăţile neuronului sunt excitabilitatea şi conductibilitatea.

Excitabilitatea este capacitatea materiei vii de a reacţiona prin manifestări specifice, în urma interacţiunii cu diverse forme de energie din mediu (stimuli). Aceste manifestări, în cazul neuronilor, constau în generarea impulsului nervos. Excitabilitatea este maximă la nivelul neuronilor, receptorilor şi fibrelor musculare. Pentru a produce excitarea, excitantul sau stimulul trebuie să acţioneze brusc, cu o anumită intensitate (minimum de prag) şi cu o anumită durată (timpul util).

Membrana neuronală este polarizată electric în condiţii de repaus (când asupra neuronului nu acţionează niciun stimul). În aceste condiţii, diferenţa de potenţial între faţa externă şi cea internă a membranei poartă numele de potenţial de repaus (PR). Acest lucru se datorează distribuţiei asimetrice de sarcini electrice pe cele două feţe ale membranei.

În repaus, pe faţa externă a membranei predomină Na^+ iar pe cea internă, K^+. Distribuţia asimetrică de sarcini electrice are loc prin:

– transport membranar pasiv, care se realizează în principal prin canale ionice, fără consum energetic;

– transport membranar activ, realizat prin intermediul pompelor ionice (structuri membranare moleculare complexe), cu consum energetic. Cea mai cunoscută pompă ionică din organism este pompa de sodiu-potasiu, care transportă (cu ajutorul energiei eliberate prin hidroliza unei molecule de ATP), trei ioni de Na^+ spre exteriorul membranei şi doi ioni de K^+ spre interiorul ei. Diferiţi stimuli induc la nivelul membranei neuronale variaţii de potenţial sub formă de potenţiale locale. Când acestea

ating valoarea de prag, se deschid canalele rapide de Na^+, potenţialele devin de acţiune, deoarece membrana celulară devine permeabilă total pentru ionii de Na^+. În interiorul celulei, concentraţia de Na^+ creşte exploziv şi se soldează cu inversarea polarităţii membranei. Apare astfel potenţialul de acţiune (impulsul nervos), care este capabil să se propage din aproape în aproape (în fibra amielinică) şi saltatoriu (în fibra mielinică).

Desfăşurarea potenţialului de acţiune (PA) are loc în două faze (fig. 7):

– *depolarizarea* (1 ms) este dată de pătrunderea ionilor de Na în celulă, urmată de scăderea diferenţei de potenţial, depolarizarea totală a membranei şi, ulterior, inversarea polarităţii ei (negativ pe faţa externă şi pozitiv pe cea internă);

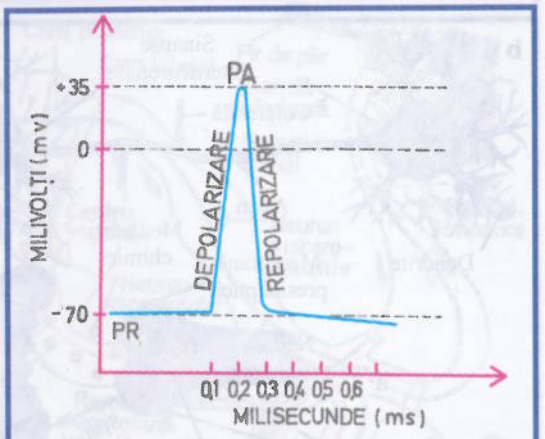


Fig. 7 – Desfăşurarea potenţialului de acţiune tipic din fibra nervoasă: PR – potenţial de repaus; PA – potenţial de acţiune.

– *repolarizarea* se realizează prin închiderea canalelor de Na^+, urmată de deschiderea canalelor de K^+, care asigură efluxul acestui ion şi revenirea la echilibrul iniţial de sarcini electrice, de o parte şi de alta a membranei.

Parametrii excitabilităţii sunt:

• *Intensitatea de prag* sau *reobaza* reprezintă intensitatea minimă a stimulilor care acţionează în timp corespunzător şi determină un răspuns fiziologic. Stimulii cu valoare inferioară pragului se numesc subliminari; ei nu produc un potenţial de acţiune iar cei supraliminari nu produc un PA de amplitudine mai mare.

• *Timpul util* reprezintă timpul cât trebuie aplicat stimulul-prag pentru a produce un răspuns fiziologic.

• *Cronaxia* este timpul cât trebuie aplicat stimulul cu intensitate dublă reobazei. Cu cât valoarea cronaxiei este mai mică, cu atât ţesutul este mai excitabil.

• *Perioada refractară* reprezintă durata din potenţialul de acţiune, care este în desfăşurare, în care un nou stimul, chiar de intensitate supraliminară, nu produce un răspuns fiziologic.

• *Bruscheţea* reprezintă rapiditatea cu care stimulul-prag acţionează asupra membranei celulare.

• *Ritmicitatea* sau *automatismul* constă în generarea de impulsuri electrice sau potenţiale de acţiune de către celulele musculare modificate, ce aparţin sistemului excitoconductor al inimii şi neuronilor inspiratori bulbari (autoexcitatori).

Conductibilitatea este proprietatea neuronului de a conduce impulsul nervos prin autopropagare, de la locul unde s-a produs excitaţia, de-a lungul fibrei nervoase, până la terminaţiile acesteia, şi apoi de transmitere a impulsului nervos prin sinapsă fie unui alt neuron, fie organului efector, declanşând un răspuns fiziologic (contracţie musculară sau secreţie glandulară).

Transmiterea procesului de depolarizare de-a lungul fibrei nervoase sau musculare constituie impulsul nervos. Propagarea impulsului nervos se realizează saltatoriu în fibrele mielinice (la nivelul strangulaţiilor Ranvier), în care viteza de conducere este de circa 100 m/s, în timp ce în fibrele amielinice, conducerea este „pas cu pas", de circa 0,5 m/s) (fig. 8).

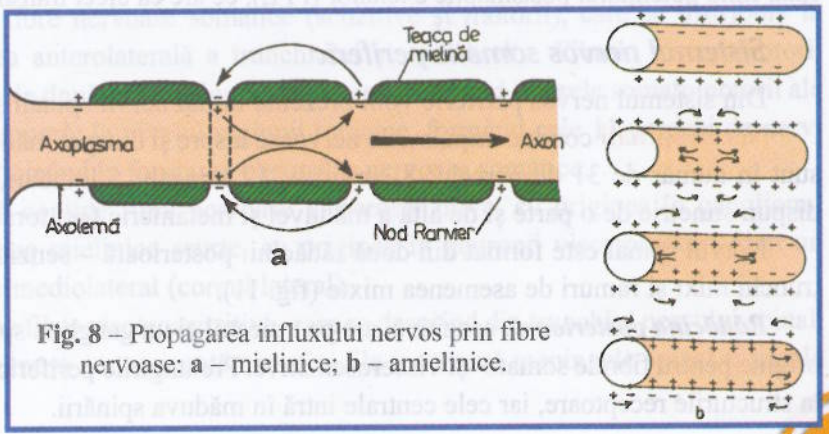


Fig. 8 – Propagarea influxului nervos prin fibre nervoase: **a** – mielinice; **b** – amielinice.

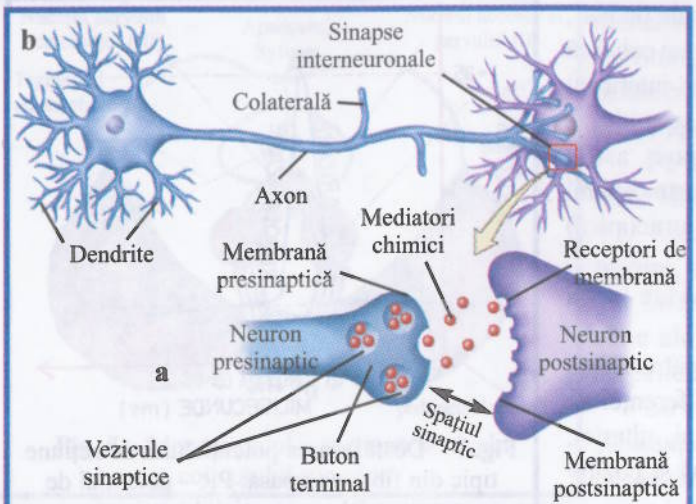


Fig. 9 – Sinapsa: **a** – componentele unei sinapse interneuronale; **b** – sinapse interneuronale.

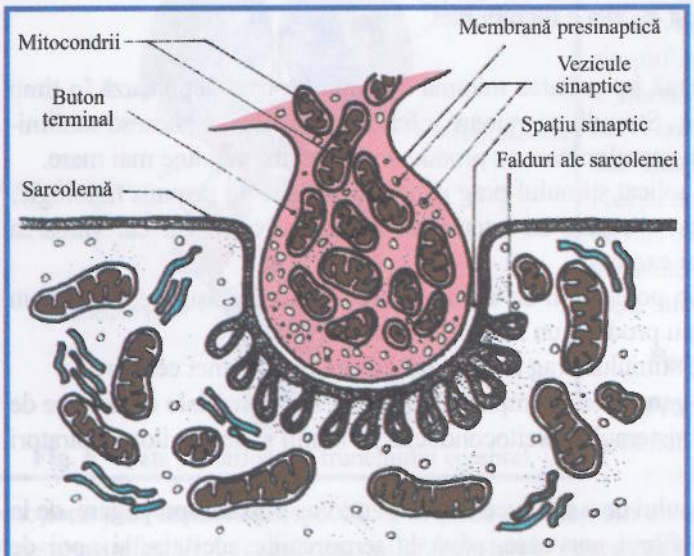


Fig. 10 – Componentele plăcii motorii (vedere de ansamblu).

Sinapsele sunt formațiuni funcționale specializate, plasate între diferite segmente neuronale sau între neuroni și efectori. Sinapsele au același plan de organizare (fig. 9): segmentul presinaptic (membrana butonului terminal), segmentul postsinaptic (o porțiune din membrana altui neuron sau din sarcolema fibrei musculare striate pe care se aplică butonul terminal) și un spațiu (fanta sinaptică) situat între cele două segmente.

– *Clasificarea sinapselor*. După natura celulelor conectate, sinapsele sunt: interneuronale (axodendritice și axosomatice); neuromusculare – placa motorie (fig. 10). După natura mediatorului chimic se descriu: sinapse colinergice, care folosesc ca mediator chimic acetilcolina, și sinapse adrenergice, care folosesc ca mediatori chimici noradrenalina și adrenalina.

– Transmiterea sinaptică constă în trecerea impulsului nervos de la segmentul pre- la cel postsinaptic.

Potențialul de acțiune ajuns la butonul terminal determină fuziunea veziculelor ce conțin un mediator chimic cu membrana presinaptică, urmată de spargerea veziculelor și eliberarea mediatorul în spațiul sinaptic. Mediatorul venind în contact cu membrana postsinaptică, se cuplează specific cu receptorii de membrană caracteristici, crescând permeabilitatea membranei pentru Na^+. Are loc astfel o depolarizare locală, rezultatul final fiind potențialul postsinaptic excitator (PPE), ce are ca efect transmiterea impulsului prin sinapsă.

Sistemul nervos somatic periferic

Din sistemul nervos periferic vom prezenta inițial nervii spinali și apoi pe cei cranieni.

Nervii spinali conduc impulsurile nervoase înspre și dinspre măduva spinării. Nervii spinali micști sunt în număr de 31 de perechi: 8 cervicali, 12 toracali, 5 lombari, 5 sacrali, unul coccigian. Ei se dispun simetric de o parte și de alta a măduvei și metameric (cei toracali).

Nervul spinal este format din două rădăcini: posterioară – senzitivă –, și anterioară – motorie, un trunchi mixt și ramuri de asemenea mixte (fig. 11).

Rădăcina posterioară, senzitivă, are pe traiectul ei un ganglion spinal, în care se găsesc neuronii de origine pentru fibrele somato- și viscerosenzitive. Prelungirile periferice ale neuronilor menționați ajung la structurile receptoare, iar cele centrale intră în măduva spinării.

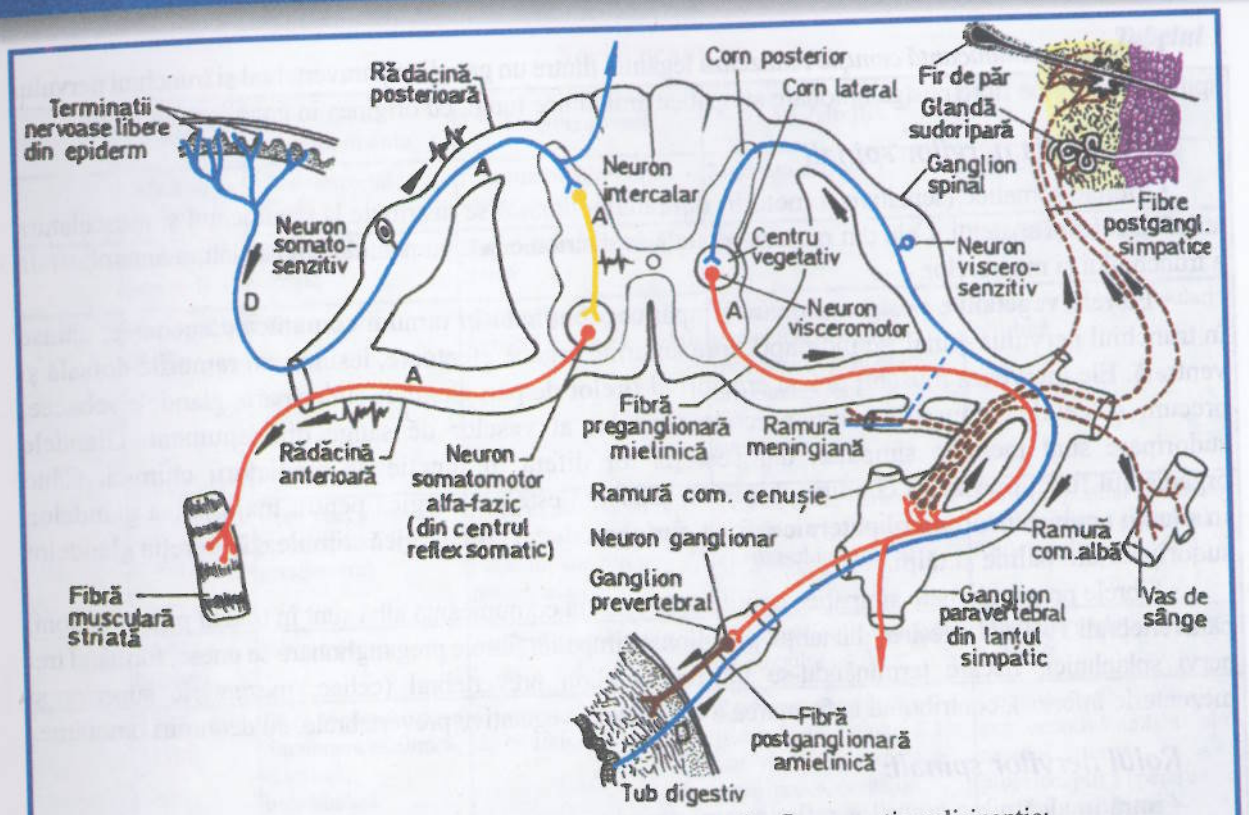


Fig. 11 – Structura nervului spinal: ***stânga*** - arcul reflex somatic polisinaptic; ***dreapta*** - arcul reflex vegetativ simpatic.

Rădăcina anterioară, motorie, conține fibre motorii, axoni ai neuronilor visceromotori simpatici din cornul medular lateral și somatomotori din cornul anterior al măduvei spinării.

Trunchiul nervului spinal rezultă din unirea celor două rădăcini, înainte de a părăsi canalul vertebral. Conține fibre senzitive și motorii (somatice și vegetative). După ieșirea din canalul vertebral prin orificiile intervertebrale, trunchiul se divide în patru ramuri: ventrală (mai groasă), dorsală (mai subțire), comunicantă albă și meningiană; acestea sunt mixte.

Ramurile se desprind din trunchiul nervului spinal (există și o ramură comunicantă cenușie, care intră în trunchiul nervului spinal).

• *Ramura dorsală* conține aceleași tipuri de fibre ca și ramura ventrală: fibre somatosenzitive și somatomotorii care se distribuie la tegumentul și mușchii cefei și spatelui.

• *Ramura ventrală* conține fibre nervoase somatice (senzitive și motorii), care se distribuie la tegumentul și mușchii din partea anterolaterală a trunchiului și membrelor. Fibrele visceromotorii (postganglionare simpatice, din cele două ramuri) inervează anumiți efectori. Fibrele somatomotorii ale celor două ramuri se dispun metameric la nivelul regiunii toracice, formând cele 11 perechi de nervi intercostali somatici, ceilalți participând la formarea plexurilor nervoase somatice.

• *Ramura comunicantă* albă conține fibre nervoase viscerosenzitive, cu originea în ganglionul spinal, și preganglionare simpatice mielinice scurte, cu originea în neuronii visceromotori dintr-un centru vegetativ, din nucleul intermediolateral (cornul lateral).

• *Ramura meningiană* conține fibre viscerosenzitive, care se desprind din trunchiul nervului spinal, și vasomotorii, care provin din ramura comunicantă cenușie. Ele inervează meningele spinal și vasele de sânge de la acest nivel.

• *Ramura comunicantă cenuşie* realizează legătura dintre un ganglion paravertebral şi trunchiul nervului spinal. Ea conţine fibre postganglionare simpatice amielinice lungi, cu originea în ganglionul amintit.

Distribuţia nervilor spinali

• Fibrele somatice (senzitive şi motorii) din ramura dorsală se distribuie la tegumentul şi musculatura striată a cefei şi spatelui. Cele din ramura ventrală se distribuie la tegumentul şi musculatura anterolaterală a trunchiului şi membrelor.

• Fibrele vegetative postganglionare simpatice, conţinute în ramura comunicantă cenuşie, ajunse în trunchiul nervului spinal, se îndreaptă spre anumite organe efectoare, ieşind prin ramurile dorsală şi ventrală. Ele inervează muşchii netezi erectori ai firelor de păr, glandele sudoripare, glandele sebacee, precum şi celulele musculare din peretele vascular al vaselor de sânge din tegument. Glandele sudoripare sunt inervate simpatic, dar secreţia lor diferă în funcţie de mediatorii chimici. Când organismul funcţionează în condiţii obişnuite, mediaţia este colinergică pentru majoritatea glandelor. În situaţii neobişnuite (emoţii puternice, frică, furie) mediaţia adrenergică stimulează secreţia glandelor sudoripare din palme şi tălpi.

• Fibrele preganglionare simpatice conţinute în ramura comunicantă albă sunt în tranzit prin ganglionii paravertebrali T_5-T_{12}. La ieşirea din lanţul ganglionar simpatic, fibrele preganglionare se unesc, formând trei nervi splanhnici, fiecare terminându-se într-un ganglion prevertebral (celiac, mezenteric superior şi mezenteric inferior), contribuind la formarea a trei plexuri vegetative prevertebrale, cu denumiri omonime.

Rolul nervilor spinali:

– intră în alcătuirea arcurilor reflexe somatice şi vegetative;
– participă la formarea căilor medulare ascendente şi descendente;
– fibrele somatomotorii şi visceromotorii formează plexurile nervoase somatice (în primul caz) şi vegetative (în al doilea caz).

Nervii cranieni sunt în număr de 12 perechi, numerotate cu cifre romane de la I la XII. Perechile III-XII de nervi cranieni îşi au originea sau se termină în nuclei care aparţin trunchiului cerebral (tabelul I).

• După funcţiile îndeplinite, nervii cranieni sunt: senzoriali (I, II, VIII), motori (III, IV, VI, XI şi XII) şi micşti (V, VII, IX, X).

• Componentele funcţionale ale nervilor cranieni sunt reprezentate de diferite tipuri de fibre nervoase: senzoriale, senzitive (somatosenzitive şi viscerosenzitive), motorii şi visceromotorii (preganglionare parasimpatice). Pentru fibrele senzitive şi unele senzoriale, originea reală se află în ganglionii nervoşi de pe traiectul nervilor cranieni respectivi.

Nucleii motori sau de origine ai nervilor cranieni sunt formaţi din neuroni motori, care constituie originea reală a fibrelor motorii din structura unor nervi cranieni.

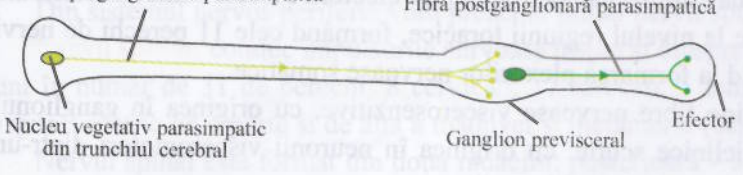


Fig. 12 – Impulsurile visceromotorii urmează traseul unor nervi cranieni (III, VII, IX, X) până la ganglionul previsceral sau intramural, apoi prin fibra postganglionară parasimpatică ajung la organul efector (după I. Aron, modificat).

Nucleii vegetativi parasimpatici din trunchiul cerebral conţin neuroni visceromotorii (fig. 12). Axonii lor formează fibrele preganglionare, ce urmează traiectul nervilor cranieni III, VII, IX, X, prin intermediul cărora ajung la ganglionii vegetativi previscerali sau intramurali. După sinapsă pleacă fibre postganglionare ce inervează anumiţi efectori.

Nervii cranieni

Tabelul I

Perechea	Nervul	Fibrele componente	Originea reală	Distribuţia	Funcţia
I	Olfactiv (senzorial)	Fibre senzoriale olfactive	Neuroni bipolari din mucoasa olfactivă	Mucoasa olfactivă	Sensibilitatea olfactivă
II	Optic (senzorial)	Fibre senzoriale vizuale	Neuroni multipolari din retină	Retină	Sensibilitatea vizuală
III	Oculomotor (motor)	Fibre motorii	Nucleul oculomotor somatic din mezencefal	Muşchii extrinseci ai globului ocular drept superior, drept inferior, drept intern, oblic inferior, ridicător al pleoapei superioare	Mişcările globilor oculari în orbită
		Fibre visceromotorii parasimpatice (preganglionare)	Nucleul accesor al n. oculomotor - vegetativ parasimpatic din mezencefal	Fibrele musculare netede circulare ale irisului şi ale muşchiului ciliar	Reflexul pupilar fotomotor (de constricţie a pupilei) Reflexul de acomodare
IV	Trohlear (motor)	Fibre motorii	Nucleul motor din mezencefal	Muşchiul oblic superior al globului ocular	Mişcările globului ocular în orbită
V	Trigemen (mixt)	Fibre somatosenzitive din ramura oftalmică, maxilară, mandibulară	Ganglionul trigeminal de pe traiectul nervului	Inervează senzitiv tegumentul feţei, capului, 2/3 ant. ale limbii, corneea şi conjunctiva, cavităţile nazală, bucală, dinţii.	Conduc sensibilitatea exteroceptivă de la nivelul capului, feţei şi proprioceptivă (pentru muşchii masticatori)
		Fibre motorii din ramura mandibulară	Nucleul motor al nervului V din punte	Muşchii masticatori	Mişcări masticatorii
VI	Abducens (motor)	Fibre motorii	Nucleul motor din punte	Muşchiul drept extern al globului ocular	Mişcările globului ocular în orbită
VII	Facial (mixt)	Fibre motorii	Nucleul motor din punte	Muşchii mimicii	Expresia feţei
		Fibre preganglionare parasimpatice	Nucleul salivator superior şi lacrimal din punte	Glandele salivare: submandibulară, sublinguală şi glanda lacrimală	Secreţia salivară şi lacrimală
		Fibre senzoriale gustative	Ganglionul geniculat	Mugurii gustativi din cele 2/3 anterioare ale mucoasei limbii	Sensibilitatea gustativă
VIII	Vestibulo-cohlear (senzorial)	Fibre senzoriale vestibulare	Ganglionul Scarpa	Receptorii vestibulari	Simţul echilibrului
		Fibre senzoriale auditive	Ganglionul Corti	Receptorii auditivi	Sensibilitatea auditivă
IX	Glosofaringian (mixt)	Fibre motorii	Nucleu ambiguu din bulb	Muşchii faringelui	Ridicarea faringelui
		Fibre preganglionare parasimpatice	Nucleul salivator inferior din bulb	Glanda salivară parotidă	Secreţia salivară seroasă
		Fibre somatosenzitive	Ganglionul superior	Inervează mucoasa urechii medii	Conduc sensibilitatea exteroceptivă
		Fibre viscerosenzitive	Ganglionul inferior	Zonele reflexogene cardiovasculare	Calea aferentă pentru reflexul depresor
		Fibre senzoriale gustative	Ganglionul inferior	Mugurii gustativi din 1/3 posterioară a limbii	Sensibilitatea gustativă

Pere-chea	Nervul	Fibrele componente	Originea reală	Distribuția	Funcția
X	Vag (mixt)	Fibre viscerosenzitive	Ganglionul inferior	Ineroceptorii din viscere și vase sanguine	Deservesc calea aferentă a unor reflexe vegetative
		Fibre motorii	Nucleul ambiguu	Mușchii laringelui, faringelui, părții superioare a esofagului	Mișcări ale laringelui, faringelui
		Fibre preganglionare parasimpatice	Nucleul dorsal al vagului	Musculatura netedă a viscerelor toracice, abdominale și glandelor din viscere	Contractă mușchii netezi, relaxează sfincterele
		Fibre senzoriale gustative	Ganglionul inferior de pe traiectul nervului	Mugurii gustativi din mucoasa rădăcinii limbii, epiglotei și faringelui	Sensibilitatea gustativă
		Fibre somatosenzitive	Ganglionul superior de pe traiectul nervului	Tegumentul urechii externe și conductul auditiv extern	Conduce sensibilitatea exteroceptivă
XI	Accesor (motor)	Fibre motorii	Rădăcina bulbară din măduva cervicală superioară	Mușchii laringelui	Mișcările laringelui
		Fibre motorii	Rădăcina spinală din măduva cervicală superioară	Mușchii sternocleidomastoidian și trapez	Mișcările capului și umărului
XII	Hipoglos (motor)	Fibre motorii	Nucleul motor al hipoglosului din bulb	Mușchiul limbii	Mișcările limbii în vorbire, masticație, deglutiție etc.

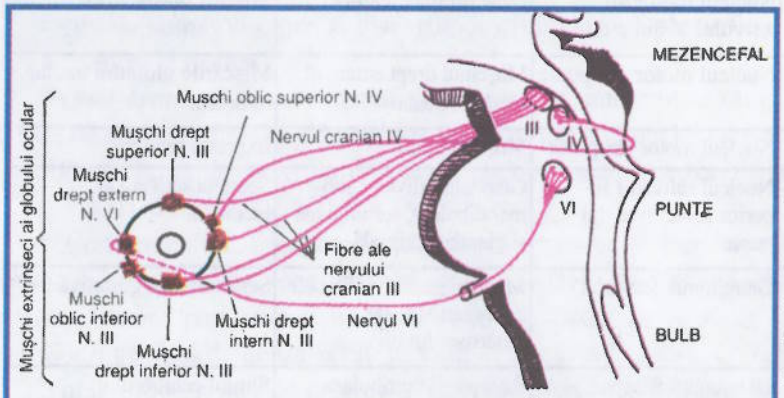


Fig. 13 – Nucleii oculomotori ai nervilor cranieni: oculomotor (III), trohlear (IV) și abducens (VI).

Distribuția și rolul nervilor cranieni

• Fibrele motorii ale nervilor III, IV, VI inervează cei șase mușchi extrinseci ai globului ocular (fig. 13).

• Fibrele motorii ale hipoglosului (XII) inervează limba care, prin mișcările ei în cavitatea bucală, realizează articularea fonetică a sunetelor nearticulate (produse de corzile vocale ale laringelui în timpul expirației).

• Fibrele preganglionare parasimpatice conținute în nervul vag (X), alături de cele simpatice, intră în alcătuirea majorității plexurilor vegetative (simpatico-parasimpatice).

Rolul nervilor cranieni constă în:

– conducerea sensibilității speciale (vestibulară, auditivă, gustativă);

– conducerea sensibilității exteroceptive a capului, prin fibrele senzitive ale nervilor V, IX, X;

– constituirea arcurilor reflexelor parasimpatice, ce se închid în trunchiul cerebral.

Funcția reflexă a sistemului nervos somatic

Această funcție asigură legătura dintre organism și mediul înconjurător, menținând un echilibru dinamic, ce contribuie la integrarea organismului în mediu.

La baza activităţii sistemului nervos stau actele reflexe (necondiţionate şi condiţionate). *Actul reflex* este răspunsul fiziologic la stimulii care acţionează asupra unui câmp receptor. Substratul anatomic al actului reflex este constituit de arcul reflex, care cuprinde:

– *calea aferentă* – formată din fibrele nervoase aferente centrului reflex, conduce impulsurile nervoase generate de receptorii stimulaţi către un centru nervos din sistemul nervos central;

– *centrii reflecşi* – primesc impulsuri nervoase senzitive şi descarcă impulsuri motorii, care ajung la organele efectoare;

– *calea eferentă* – formată din fibrele motoneuronilor, conduce impulsurile nervoase motorii la organul efector, care elaborează un răspuns reflex.

Reflexele necondiţionate somatice şi vegetative se închid în centrii nervoşi subcorticali ai sistemului nervos central. În măduva spinării se închid două tipuri de reflexe somatice şi vegetative – simpatice şi parasimpatice (prezentate în cadrul sistemului nervos vegetativ). În trunchiul cerebral se închid reflexele somatice şi vegetative parasimpatice (prezentate succint în cadrul temei şi în detaliu, la sistemul nervos vegetativ). În epitalamus se închide doar un reflex necondiţionat somatic.

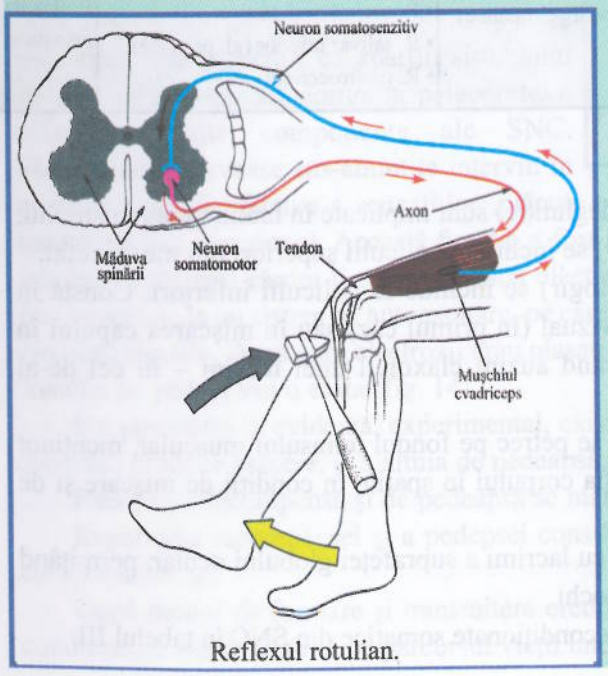
Reflexele somatice medulare se clasifică, după numărul de sinapse din arcul reflex, în: *monosinaptice-miotatice* (reflexul bicipital, tricipital, rotulian, ahilian) şi *polisinaptice* (reflexul de flexie).

Arcul reflex monosinaptic este format din doi neuroni; perioada de latenţă este foarte scurtă. Actul reflex se realizează pe căi rapide de conducere şi excitaţia nu iradiază.

• *Reflexele polisinaptice*. Reflexul de flexie este provocat de un agent nociv (atingerea de un obiect fierbinte, înţepătură, curent electric), care stimulează receptorii durerii (terminaţiile nervoase libere din tegumentul mâinii, spre exemplu). El constă într-o contracţie musculară bruscă, care duce la flectarea membrului respectiv, ce permite îndepărtarea de agentul nociv.

Arcul reflex polisinaptic include un număr variabil de neuroni intercalari, situaţi între neuronul somatosenzitiv şi cel somatomotor; perioada de latenţă este mai lungă, excitaţiile respective iradiază.

Lucrări practice



Reflexul rotulian.

Evidenţierea pe cale experimentală a reflexului rotulian

Material biologic: doi elevi care se oferă pentru punerea în evidenţă a reflexului; ciocan de reflexe.

Modul de lucru:

– unul dintre elevi se aşază pe scaun în poziţia picior peste picior;

– al doilea elev percutează tendonul muşchiului cvadriceps relaxat, cu ajutorul ciocanului de reflexe;

– răspunsul constă în extensia bruscă a gambei.

Reflexul constă în contrăcţia muşchiului ca urmare a întinderii lui.

Demonstrarea reflexului pupilar fotomotor de constricţie a pupilei şi pupilodilatator

Modul de lucru:

– experienţa se desfăşoară în laborator, în condiţii de obscuritate;

– doi elevi stau faţă în faţă; unul apropie o lanternă de ochiul celuilalt;

– reacţia reflexă la lumină este consensuală (are loc concomitent la ambele pupile) şi constă în micşorarea diametrului pupilar;

– dacă unul dintre elevi îi acoperă celuilalt ochiul cu mâna şi apoi o îndepărtează de ochi, în condiţii de lumină, va observa creşterea diametrului pupilar la colegul lui.

Demonstrarea reflexului cornean de clipire

Modul de lucru:

– doi elevi participă benevol şi succesiv la o experienţă simplă;

– primul ia un tampon de vată, îl efilează şi atinge corneea sau conjunctiva globului ocular al colegului;

– răspunsul reflex este clipirea;

– clipitul în mod natural are loc cu o frecvenţă de 2-10/s;

Reflexele necondiţionate din trunchiul cerebral

Aceste reflexe se închid în centri diseminaţi fie într-un etaj, fie în două sau trei etaje (în partea stângă a tabelului II sunt notate reflexele somatice, iar în partea dreaptă, cele vegetative parasimpatice).

Unele reflexe necondiţionate din trunchiul cerebral ***Tabelul II***

<table>
<tr><th>Etajele TC</th><th colspan="2">Reflexele somatice</th><th colspan="3">Reflexele vegetative parasimpatice</th></tr>
<tr><td>Mezencefal</td><td rowspan="3">Reflexe de postură:
• R. statice;
• R. statokinetice.</td><td>• R. de orientare
• R. oculocefalogir
• R. acusticocefalogir</td><td colspan="3">• Reflexul pupilar fotomotor (pupiloconstrictor).
• Reflexul de acomodare.</td></tr>
<tr><td>Punte</td><td>• R. mimicii
• R. cornean de clipire
• R. masticator</td><td rowspan="2">• Reflexe adaptative cardiovasculare (de-presoare-parasimpatice şi presoare-simpatice).</td><td>Componenta parasimpatică:
• R. lacrimal;
• R. salivar superior (gl. sublinguală şi submandibulară).</td><td rowspan="2">Reflexul respirator</td></tr>
<tr><td>Bulb</td><td>• R. de deglutiţie</td><td>Componenta parasimpatică:
• R. secretorii digestive;
• R. salivar inferior (gl. parotidă);
• R. gastrosecretor.</td></tr>
</table>

Reţineţi:

– reflexele motorii digestive (masticator şi de deglutiţie) sunt implicate în hrănirea organismului;

– reflexele de orientare vizuală (oculocefalogir) se închid în coliculii superiori din mezencefal;

– reflexul de orientare auditivă (acusticocefalogir) se închide în coliculii inferiori. Constă în mişcarea globilor oculari în direcţia excitantului vizual (în primul caz) sau în mişcarea capului în direcţia excitantului sonor (întoarcerea capului când auzim claxonul unei maşini – în cel de-al doilea caz);

– reflexele de postură (statice şi statokinetice) se petrec pe fondul tonusului muscular, menţinut prin reflexele medulare miotatice; ele menţin poziţia corpului în spaţiu, în condiţii de mişcare şi de repaus.

– rolul reflexului lacrimal constă în umectarea cu lacrimi a suprafeţei globului ocular, permiţând îndepărtarea corpurilor străine minuscule intrate în ochi.

În vederea sistematizării, prezentăm reflexele necondiţionate somatice din SNC în tabelul III.

Reflexele necondiţionate somatice care se închid în sistemul nervos central *Tabelul III*

Segmentul SNC	Clasificarea reflexelor	Exemple de reflexe somatice
Măduva spinării	Reflexele monosinaptice (miotatice).	• R. bicipital • R. tricipital • R. rotulian. • R. ahilian
	Reflexele polisinaptice.	• R. de flexie (de apărare).
Trunchiul cerebral	Reflexele motorii digestive.	• R. de deglutiţie (bulb). • R. masticator (punte).
	Reflexul de apărare a globului ocular.	• R. cornean de clipire (punte).
	Reflexele mimicii.	• Determină expresia feţei în stările afective (punte).
	Reflexele de orientare (mezencefal).	• R. de orientare vizuală (oculocefalogir). • R. de orientare auditivă (acusticocefalogir).
	Reflexe de postură.	• R. statice. • R. statokinetice.
Epitalamus	• Reflexele olfactivo-somatice se închid în nucleii habenulari.	• Organismul se apropie de o sursă odorantă plăcută (floare) şi se îndepărtează de una neplăcută (un cadavru în putrefacţie).

Vom prezenta succint *reflexul necondiţionat epitalamic olfactivo-somatic*, care se închide în nucleul habenular. Acest reflex permite apropierea sau îndepărtarea de sursa odorantă. Dacă substanţa odorantă exală un miros plăcut (parfumul unei flori), determină o senzaţie de plăcere, iar persoana se apropie de sursa odorantă. Dacă substanţa odorantă exală un miros neplăcut (resturi menajere în descompunere), reflexul menţionat este urmat de îndepărtarea persoanei de sursa odorantă.

Nucleii habenulari din epitalamus prezintă conexiuni cu sistemul limbic.

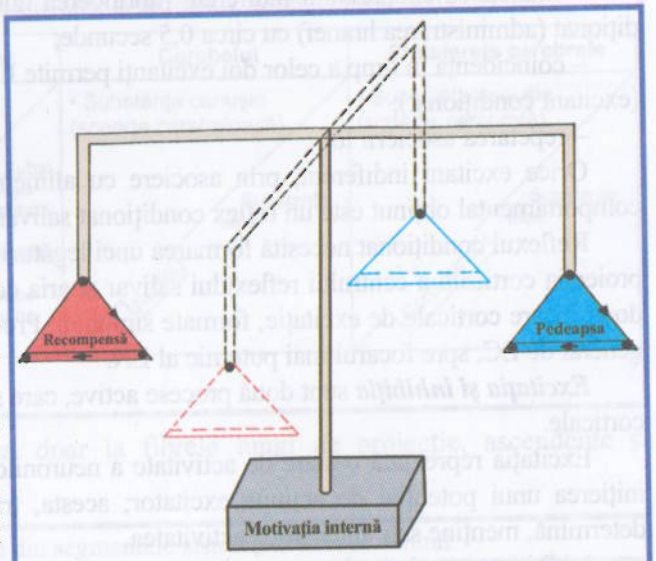


Fig 14 – Recompensa şi pedeapsa stau la baza motivaţiei interne (reprezentare schematică a autoarei).

Funcţia de recompensă şi pedeapsă se datorează unor structuri ce aparţin sistemului limbic (format din arhicortex şi paleocortex), alături de alte componente ale SNC. Formaţiunile nervoase sus-amintite intervin în controlul naturii afective a senzaţiilor: plăcute (denumite recompensă sau satisfacţie) şi neplăcute (pedeapsă sau aversiune). Această funcţie a fost pusă în evidenţă experimental, pe animale mici de laborator (şoareci) cărora li s-au implantat electrozi în trei zone ale sistemului limbic; animalele au fost conectate la un sistem de autoexcitare, pe care îl declanşau prin apăsarea pe o pedală care închidea circuitul electric. După cum electrozii erau plasaţi în zona de plăcere sau de aversiune, animalul apăsa frenetic pe pedală sau o evita (fig. 14).

S-a pus astfel în evidenţă, experimental, existenţa la animale a unui centru de recompensă, care, stimulat, produce plăcere, şi a altuia de pedeapsă, de neplăcere.

Funcţia de recompensă şi de pedeapsă se manifestă în viaţa biologică şi socială a individului.

Importanţa recompensei şi a pedepsei constă în elaborarea motivaţiilor interne, care orientează comportamentul.

După modul de formare şi transmitere ereditară, reflexele sunt: necondiţionate sau înnăscute şi condiţionate sau dobândite pe parcursul vieţii unui organism.

Reflexele necondiţionate (RN) au caracter de specie, sunt înnăscute şi se transmit ereditar; arcurile reflexe sunt preformate şi se închid în centrii nervoşi subcorticali (medulari, bulbari, pontini, mezencefalici etc.).

Reflexele condiţionate (RC) se formează pe parcursul vieţii unui individ, au caracter individual şi temporar; arcurile reflexe se închid în scoarţa cerebrală; ele se formează pe baza celor necondiţionate. Reflexele condiţionate sunt importante în procesul de învăţare.

Activitatea fiziologică a scoarţei cerebrale, care stă la baza proceselor psihice, poartă numele de activitate nervoasă superioară. Aceasta se desfăşoară numai pe baza reflexelor condiţionate.

Excitanţii care produc reflexele condiţionate se clasifică în indiferenţi (EI), fără importanţă biologică, şi necondiţionaţi (EN), cu importanţă biologică deosebită.

Reflexul condiţionat salivar a fost realizat pentru prima dată de I.P. Pavlov, pe câini flămânzi, în camere izolate acustic. Metoda folosită a fost cea a fistulei salivare, ce constă în exteriorizarea şi suturarea la piele a canalului glandei parotide.

Pentru elaborarea reflexelor condiţionate salivare sunt necesare trei condiţii:

– întâietatea excitantului indiferent (aprinderea unui bec), care trebuie să-l preceadă pe cel necondiţionat (administrarea hranei) cu circa 0,5 secunde;

– coincidenţa în timp a celor doi excitanţi permite EI să capete valoare de semnal, devenind astfel EC (excitant condiţionat);

– repetarea asocierii lor.

Orice excitant indiferent, prin asociere cu alimentaţia, devine excitant condiţionat, iar răspunsul comportamental obţinut este un reflex condiţionat salivar.

Reflexul condiţionat necesită formarea unei legături nervoase temporare (conexiuni funcţionale) între proiecţia corticală a centrului reflexului salivar şi aria corticală respectivă. Cele două proiecţii reprezintă două focare corticale de excitaţie, formate simultan. Procesul de excitaţie iradiază de la focarul mai slab, generat de EC, spre focarul mai puternic al EN.

Excitaţia şi inhibiţia sunt două procese active, care stau la baza activităţii nervoase generale, inclusiv corticale.

Excitaţia reprezintă o stare de activitate a neuronilor dintr-un centru nervos, care se manifestă prin iniţierea unui potenţial de acţiune excitator; acesta, transmis unui organ efector (muşchi, glandă), îi determină, menţine sau intensifică activitatea.

Inhibiţia reprezintă, de asemenea, o stare de activitate a neuronilor dintr-un centru nervos, care se transmite prin sinapse inhibitorii la alt centru sau la organul efector, manifestându-se prin diminuarea sau încetarea activităţii acestuia.

Inhibiţia, după modul de acţiune a stimulilor, este internă şi externă. Cea internă (condiţionată) este: de stingere (EC nu este întărit de EN, efectul reflex scade până la dispariţia RC); de diferenţiere (apare când se deosebesc doi EC apropiaţi ca intensitate); de întârziere (creşte timpul între EC şi EN, răspunsul reflex apare la sfârşitul intervalului).

Inhibiţia externă (necondiţionată) are la bază inducţia negativă, ca urmare a apariţiei unui stimul necunoscut, în timpul desfăşurării RC.

Învăţarea şi memoria sunt două procese inseparabile care se desfăşoară la nivelul sistemului nervos central. Ele se definesc ca totalitatea mecanismelor ce permit organismelor animale vii să elaboreze un răspuns modificat la acţiunea unui stimul repetat. Memoria se mai poate defini ca un proces de engramare (întipărire), stocare şi reactualizare a informaţiilor.

Mecanismele biochimice ale memoriei sunt numai parţial cunoscute.

Pe baza studiilor clasice s-au descris două subtipuri de învăţare:

– condiţionarea clasică pavlovistă;

– condiționarea operantă (apariția unui răspuns determinat de stimuli externi).

În procesul de învățare la om, un rol important îl dețin: sistemul nervos (cortexul cerebral, sistemul limbic, SRAA, talamusul) și analizatorii, în special cel vizual și auditiv care furnizează numeroase informații sistemului nervos.

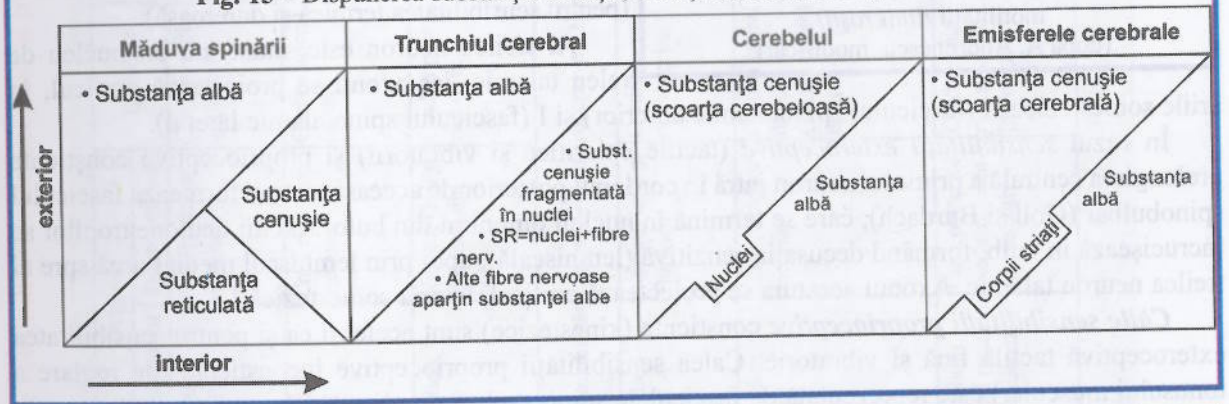
Rețineți:

– numărul de reflexe condiționate este practic nelimitat întrucât plecând de la un singur RN se pot elabora numeroase RC.

Funcția de conducere a sistemului nervos

Funcția de conducere se realizează cu ajutorul substanței albe, alcătuită din fibre nervoase integrate în fascicule (fig. 15). Nervii periferici participă prin fibrele conținute la constituirea căilor ascendente și descendente. Funcția de conducere se realizează pe căi lungi de proiecție, care sunt: ascendente (ale sensibilității generale: extero-, proprio- și interoceptive); descendente (ale motilității) și căi scurte (de asociație).

Fig. 15 – Dispunerea substanței cenușii, albe și reticulate în segmentele SNC



În cazul măduvei spinării, ne vom referi doar la fibrele lungi de proiecție, ascendente și descendente (fig. 16).

Fig. 16 – Tipuri de fibre nervoase din segmentele sistemului nervos central

Măduva spinării	Trunchiul cerebral	Cerebelul	Emisferele cerebrale
• Căi lungi de proiecție (ascendente și descendente) • Căi scurte de asociație	• Căi ascendente specifice (pentru sensibilitatea generală și specială) • Căi ascendente nespecifice (ce aparțin SRAA) • Căi descendente (piramidale și extrapiramidale)	• Fibrele nervoase de proiecție conținute în pedunculii cerebeloși sunt: – aferente, provin de la măduva spinării, trunchiul cerebral și scoarța cerebrală; – eferente, se îndreaptă spre talamus, trunchiul cerebral și, indirect, spre măduvă • Fibrele comisurale • Fibrele de asociație	• Fibrele de proiecție sunt: – aferente, ale sensibilității; – eferente, ale motilității. • Fibrele comisurale din corpul calos leagă emisferele cerebrale. • Fibrele de asociație

Funcția de conducere a măduvei spinării

Prin fibrele nervoase care intră în alcătuirea fasciculelor se asigură comunicarea dintre diferiți centri nervoși și astfel devine posibilă desfășurarea unor activități complexe (fig. 17).

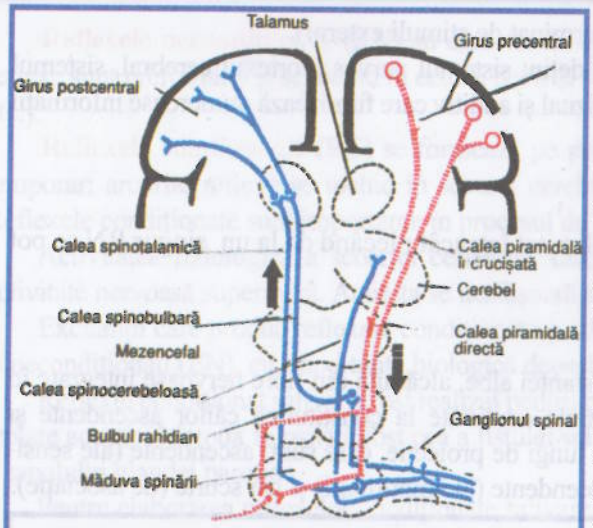


Fig 17 – Căile sensibilității *(linii albastre)* și motilității *(linii roșii)* (după A. Andronescu, modificat).

Căile ascendente medulare conduc sensibilitățile: *exteroceptivă; proprioceptivă* (conștientă, inconștientă) și *interoceptivă.*

Căile sensibilității exteroceptive sunt reprezentate prin fascicule alcătuite din trei neuroni (cele spinotalamice și cel spinobulbar).

Primul neuron sau protoneuronul se află în ganglionul spinal; prelungirea periferică ajunge la receptori, iar cea centrală intră în măduvă.

Al doilea neuron al căii sau deutoneuronul se află în cornul posterior medular, pentru sensibilitățile: tactilă protopatică, termică și dureroasă. Axonii deutoneuronilor decusează (se încrucișează) median și formează fasciculul spinotalamic anterior (în cazul sensibilității tactile protopatice) și, respectiv, spinotalamic lateral (pentru sensibilitatea termică și dureroasă).

Al treilea neuron este situat într-un nucleu de releu talamic, iar axonii se proiectează cortical, în ariile somestezice II (fasciculul spinotalamic anterior) și I (fasciculul spinotalamic lateral).

În cazul *sensibilității exteroceptive* (tactile epicritice și vibratorii) și proprioceptive conștiente prelungirea centrală a primului neuron intră în cordonul posterior de aceeași parte și formează fasciculul spinobulbar (Goll și Burdach), care se termină în nucleii omonimi din bulb. Axonii deutoneuronilor se încrucișează în bulb, formând decusația senzitivă (lemniscală), apoi prin lemniscul medial urcă spre al treilea neuron talamic. Axonul acestuia se proiectează cortical, în aria somestezică I.

Căile sensibilității proprioceptive conștiente (kinestezice) sunt aceleași ca și pentru sensibilitatea exteroceptivă tactilă fină și vibratorie. Calea sensibilității proprioceptive inconștiente (de reglare a tonusului muscular) este reprezentată de fasciculele spinocerebeloase direct și încrucișat.

Primul neuron este situat în ganglionul spinal. *Deutoneuronul* se află în cornul posterior medular. Ambele fascicule conduc impulsuri generate de proprioceptorii stimulați de la nivelul trunchiului și membrelor. Fascicolul spinocerebelos direct intră în cerebel prin pedunculul cerebelos inferior (PCI) iar cel încrucișat, prin pedunculul cerebelos superior (PCS)

Căile sensibilității interoceptive transportă informații de la nivelul organelor interne (tabelul IV).

Protoneuronul căii sensibilității interoceptive este reprezentat de neuronul viscerosenzitiv din ganglionul spinal.

Deutoneuronii sunt cei care aparțin căilor spinotalamice. Axonii lor se află alături de fibrele substanței reticulate (spinoreticulotalamice).

Al treilea neuron se află în nucleii talamici. Axonul celui de-al treilea neuron se proiectează în ariile somestezice în primul caz, și difuz, în cel de-al doilea. În ariile somestezice se formează senzațiile durerii viscerale, greu de localizat, din cauza numărului mic de interoceptori pe unitatea de suprafață viscerală.

Căile descendente ale motilității se clasifică în căi piramidale ale motilității voluntare și căi extrapiramidale ale motilității automate și semivoluntare.

Căile piramidale au originea în aria corticală motorie primară din lobul frontal, reprezentată de girul precentral. Axonii neuronilor piramidali (fibre corticospinale) urmează un traseu descendent spre măduvă. Unele fibre corticospinale decusează în partea inferioară a bulbului (80%), trecând în partea opusă emisferei cerebrale în care își au originea și formând fasciculul piramidal încrucișat. Celelalte fibre corticospinale ajung în cordonul medular anterior, unde formează fasciculul piramidal direct, apoi fibrele lui ajung în cornul anterior opus.

Principalele căi ascendente medulare ale sensibilității exteroceptive a trunchiului și membrelor

Tabelul IV

Grupa	Calea	Denumirea fasciculului	Receptorii	Originea		Traiectul	Al treilea neuron	Proiecția	Funcțiile
				Protoneuroni	Deutoneuroni				
Sensibilitatatea exteroceptivă	Sensibilitatea tactilă protopatică și de presiune	Fasciculul spinotalamic anterior	Mecanoreceptori (receptori tactili și de presiune)	Ganglion spinal	Corn posterior medular	Cordon anterior (opus)	Nucleu de releu talamic	Aria somestezică II	Conduce informații tactile (atingere ușoară și presiune ușoară).
	Sensibilitatea termică și dureroasă	Fasciculul spinotalamic lateral	Terminații nervoase libere din epiderm	Ganglion spinal	Corn posterior medular	Cordon lateral (opus)	Nucleu de releu talamic	Aria somestezică I	Conduce sensibilitatea termică și dureroasă
	Sensibilitatea epicritică și simțul vibrațiilor	Fasciculul spinobulbar (Goll și Burdach)	Mecanoreceptori	Ganglion spinal	Nucleul Goll și Burdach din bulb	Cordon posterior direct	Nucleu de releu talamic	Aria somestezică I	Conduce sensibilitatea tactilă fină și simțul vibrațiilor
Principalele căi ascendente medulare ale sensibilității proprio- și interoceptive a trunchiului și membrelor									
Sensibilitatatea proprioceptivă	Sensibilitatatea proprioceptivă conștientă (kinestezică)	Fasciculul spinobulbar (Goll și Burdach)	Mecanoreceptori	Ganglion spinal	Nucleul Goll și Burdach	Cordon posterior direct	Nucleu de releu talamic	Aria senzitivo-motorie din girul post- și precentral	Conduce sensibilitatea proprioceptivă conștientă și simțul vibrațiilor
	Sensibilitatatea proprioceptivă inconștientă (de reglare a tonusului muscular)	Fasciculul spinocerebelos direct Fasciculul spinocerebelos încrucișat	Proprioceptori: – fusuri neuromusculare – corpusculi tendinoși Golgi – din capsula articulară	Ganglion spinal	Corn posterior medular	Cordon lateral direct Cordon lateral opus	– –	Scoarța paleocerebelului	Conduc sensibilitatea proprioceptivă inconștientă (de reglare a tonusului muscular)
Sensibilitatea interoceptivă	Sensibilitatea interoceptivă	Fasciculele spinotalamice anterior și lateral	Interoceptori - terminații nervoase libere din viscere	Ganglion spinal (neuron viscerosenzitiv	Corn posterior medular - neuron senzitiv	Cordon anterior și lateral încrucișat	Nucleu de releu talamic	Ariile somestezice I și II	Conduc sensibilitatea interoceptivă

Căile extrapiramidale au origine corticală şi subcorticală. În traiectul lor descendent spre măduvă, trec în afara piramidelor bulbare (tabelul V). Ele descarcă impulsuri pe motoneuronii gamma medulari, prin fasciculele extrapiramidale cu originea în nucleii ce aparţin trunchiului cerebral. Aceştia primesc aferenţe de la ariile corticale fie direct, fie prin intermediul corpilor striaţi. Mai primesc aferenţe de la cerebel.

Fibrele întregului sistem motor (piramidal şi extrapiramidal) fac sinapsă în cornul medular anterior cu neuroni somatomotori ai căror axoni urmează traiectul nervului spinal, inervând musculatura striată. Căile medulare descendente aparţin sistemului motor piramidal şi extrapiramidal.

Căile descendente medulare piramidale şi extrapiramidale ***Tabelul V***

Grupa	Denumirea	Cordonul	Originea (primul neuron)	Traiectul	Terminaţia	Funcţia
Calea piramidală	Fasciculul piramidal încrucişat	Lateral	Arii corticale piramidale extinse	Încrucişare în bulb (decusaţia piramidală)	Neuroni motori din cornul anterior medular.	Motilitatea voluntară a musculaturii striate contralaterale
	Fasciculul piramidal direct	Anterior	Arii corticale piramidale extinse	Încrucişare în măduvă		
Calea extrapiramidală	Fasciculul tectospinal	Anterior	Tectul mezencefalic (colicului superior)	Încrucişat în mezencefal	Neuroni motori din cornul anterior medular (gamma- şi alfa-tonici)	Controlează contracţiile automate-semivoluntare ale musculaturii striate
	Fasciculul rubrospinal	Lateral	Nucleul roşu din mezencefal	Încrucişat în mezencefal		
	Fasciculele reticulospinale lateral şi anterior	Lateral şi anterior	Nucleii reticulari din bulb şi punte	Direct şi parţial încrucişat		
	Fasciculele vestibulospinale lateral şi medial	Anterior	Nucleii vestibulari	Direct şi încrucişat		
	Fasciculul olivospinal	Lateral	Oliva bulbară	Direct		

Funcţia de conducere a trunchiului cerebral

Se realizează prin intermediul substanţei albe şi celei reticulate. Această funcţie se realizează prin căi ascendente specifice şi nespecifice (care aparţin SRAA).

Căile descendente sunt piramidale şi extrapiramidale.

Căile de asociaţie sunt reprezentate de fascicule proprii.

Căile ascendente specifice sunt reprezentate prin fibre senzitive, cu precădere ale nervului trigemen, care conduc sensibilitatea proprio- şi exteroceptivă a capului. Fibrele senzitive care deservesc sensibilitatea proprioceptivă îşi au originea în nucleul tractului mezencefalic, iar cele ale sensibilităţii exteroceptive au deutoneuronul în nucleii senzitivi ai trigemenului din bulb şi punte. Sensibilităţile speciale (auditivă, vestibulară, gustativă) sunt conduse de căi care aparţin analizatorilor respectivi. Ele au deutoneuronii în nucleii senzitivi ai trunchiului cerebral.

Căile ascendente nespecifice aparţin sistemului reticulat activator ascendent (SRAA), format din substanţa reticulată, care se întinde de la bulb până la talamus. Căile ascendente nespecifice sunt

alcătuite din fibre lungi (axoni ai neuronilor din nucleii substanței reticulate). Neuronii nucleilor substanței reticulate primesc colaterale desprinse din căile ascendente specifice. Căile ascendente nespecifice conduc impulsuri noninformaționale, care ajung la nucleii talamici nespecifici, ai căror axoni se proiectează difuz și nespecific în scoarța cerebrală, participând la menținerea tonusului cortical, care favorizează activitatea scoarței cerebrale în stare de veghe (fig. 18).

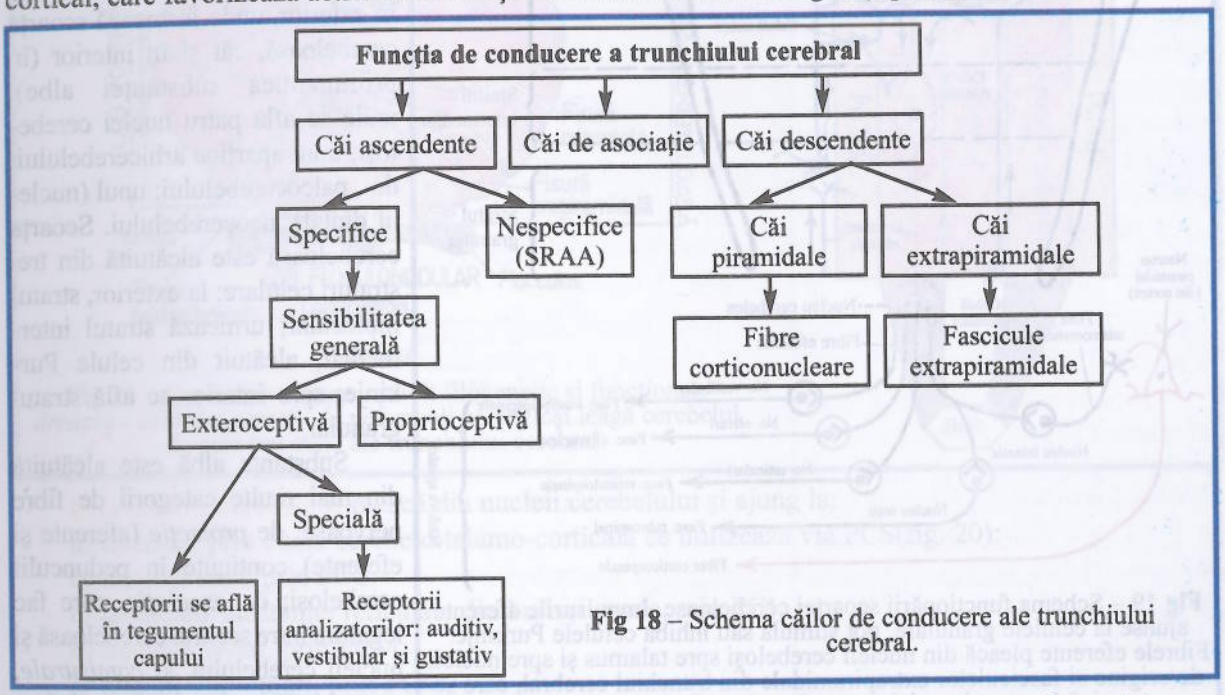


Fig 18 – Schema căilor de conducere ale trunchiului cerebral.

În concluzie: substanța reticulată a SRAA este o structură de integrare; ea nu conduce niciun tip de sensibilitate; toate aferențele primite de la receptori devin nespecifice la nivelul nucleilor substanței reticulate din trunchiul cerebral. Nucleii substanței reticulate intervin în reglarea motilității automate-semivoluntare; coordonează activitatea viscerală prin centrii respiratori și cardiovasomotori.

Căile descendente piramidale sunt alcătuite din fibre corticonucleare care au aceeași origine și același traiect cu fibrele corticospinale. Primele se termină în nucleii motori ai nervilor cranieni, iar cele corticospinale sunt în tranzit prin trunchiul cerebral, în drumul lor spre măduva spinării.

Căile descendente extrapiramidale sunt reprezentate prin fasciculele extrapiramidale, cu originea în diferiți nuclei ai trunchiului cerebral. Ele au fost prezentate la măduva spinării.

Căile de asociație sunt reprezentate prin fascicule proprii, din care unele leagă nuclei ce aparțin trunchiului cerebral. Altele leagă nuclei situați în trunchiul cerebral, iar pe aceștia, de alți nuclei situați în hipotalamus. Fibrele descendente conținute în fasciculul longitudinal dorsal (FLD) conectează nucleii hipotalamici cu nucleii vegetativi parasimpatici din trunchiul cerebral, controlând astfel activitatea lor.

Conexiunile trunchiului cerebral cu cerebelul se realizează prin trei perechi de pedunculi cerebeloși: inferiori, mijlocii și superiori. Ele vor fi prezentate la funcția de conducere a cerebelului.

Funcția de conducere a cerebelului

Cerebelul este legat în derivație pe principalele căi ascendente și descendente ale sistemului nervos central. Din considerente de ordin filogenetic și funcțional, cerebelul se divide în: arhicerebel (reglează echilibrul corpului), paleocerebel (reglează tonusul muscular), neocerebel (reglează contracțiile voluntare fine ale mușchilor striați).

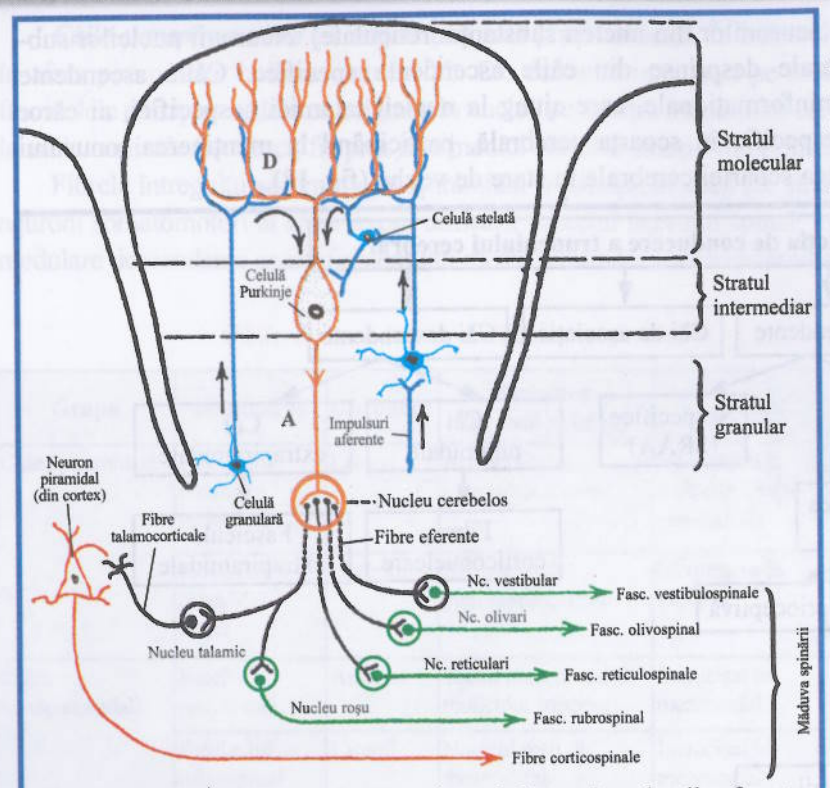


Fig 19 – Schema funcţionării scoarţei cerebeloase. Impulsurile aferente ajunse la celulele granulare, pot stimula sau inhiba celulele Purkinje. Fibrele eferente pleacă din nucleii cerebeloşi spre talamus şi spre nucleii de origine ai fasciculelor extrapiramidale din trunchiul cerebral, care se termină în cornul medular anterior (după Delmas, modificat).

Pentru a opera cu uşurinţă informaţiile legate de funcţia de conducere, este necesar să cunoaştem structura cerebelului (fig. 19). Substanţa cenuşie este situată atât în exterior, unde formează scoarţa cerebeloasă, cât şi în interior (în profunzimea substanţei albe), unde se află patru nuclei cerebeloşi: unul aparţine arhicerebelului; doi, paleocerebelului; unul (nucleul dinţat), neocerebelului. Scoarţa cerebeloasă este alcătuită din trei straturi celulare: la exterior, stratul molecular; urmează stratul intermediar, alcătuit din celule Purkinje; spre interior se află stratul granular.

Substanţa albă este alcătuită din mai multe categorii de fibre nervoase: de *proiecţie* (aferente şi eferente) conţinute în pedunculii cerebeloşi; de *asociaţie*, care fac legătura între scoarţa cerebeloasă şi nucleii cerebelului, şi *comisurale*, care leagă cele două emisfere cerebeloase.

Legăturile cerebelului cu trunchiul cerebral se realizează prin cele trei perechi de pedunculi cerebeloşi (fig. 19). De bulb este legat prin pedunculii cerebeloşi inferiori (PCI); de punte, prin pedunculii cerebeloşi mijlocii (PCM), iar de mezencefal, prin pedunculii cerebeloşi superiori (PCS). Fiecare peduncul cerebelos este format din fibre aferente (care vin la cerebel) şi eferente (care pleacă din nucleii cerebelului), excepţie făcând PCM, care conţin doar fibre aferente cerebelului. Aferenţele cerebelului se termină pe celulele Purkinje direct sau după o staţie în stratul granular. Eferenţele cerebelului pleacă din nucleii cerebeloşi şi se îndreaptă spre diferite segmente ale SNC.

Aferenţele cerebelului provin de la:

Măduva spinării, prin:

a) calea spinocerebeloasă directă care trece prin pedunculul spinocerebelos inferior (PCI), pentru a ajunge în paleocerebel;

b) calea spinocerebeloasă încrucişată care trece prin pedunculul cerebelos superior (PCS), pentru a pătrunde în paleocerebel;

Trunchiul cerebral:

a) calea vestibulocerebeloasă pleacă din nucleii vestibulari, trece prin PCI şi se termină în arhicerebel;

b) calea olivocerebeloasă pleacă din nucleii olivari, trece prin PCI şi se termină în paleocerebel;

c) calea reticulocerebeloasă pleacă din nucleii substanţei reticulate şi trece prin PCI, terminându-se în paleocerebel;

Scoarţa cerebrală trimite eferenţe la neocerebel prin bucla cortico-ponto-cerebeloasă, care pleacă din scoarţa cerebrală, face staţie într-un nucleu pontin şi ajunge în neocerebel prin fibrele aferente ale PCM.

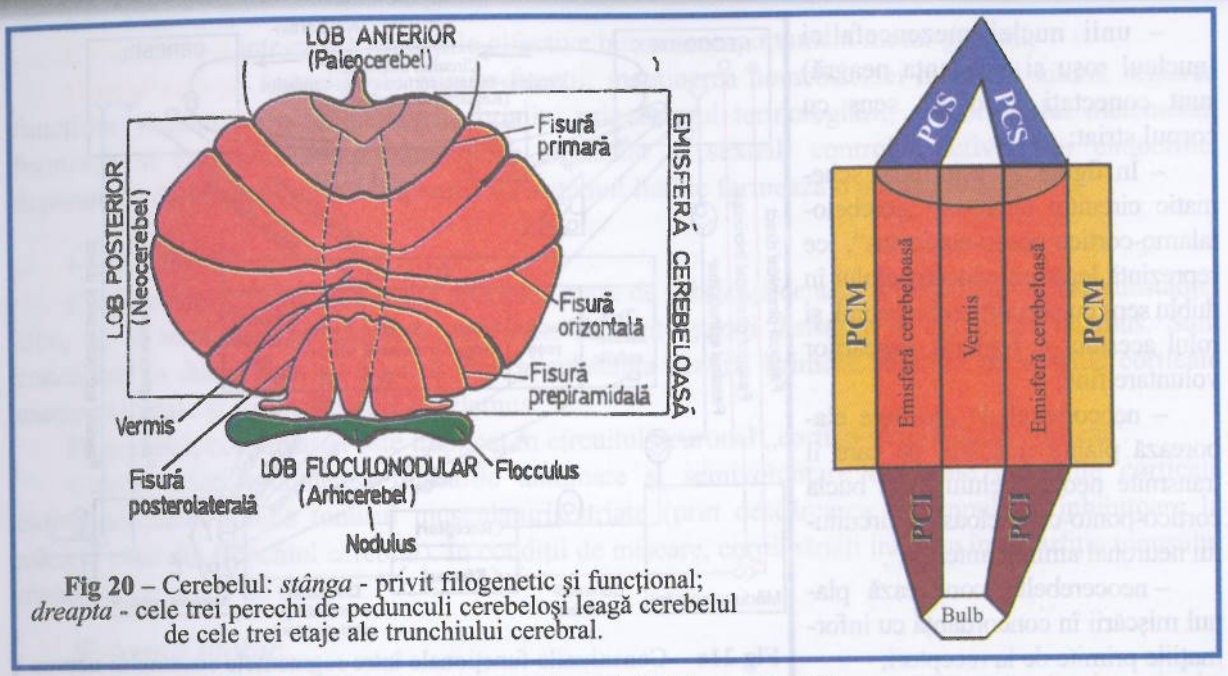


Fig 20 – Cerebelul: *stânga* - privit filogenetic şi funcţional; *dreapta* - cele trei perechi de pedunculi cerebeloşi leagă cerebelul de cele trei etaje ale trunchiului cerebral.

Eferenţele cerebelului pleacă din nucleii cerebelului şi ajung la:

a) talamus, prin bucla cerebelo-talamo-corticală ce utilizează via PCS(fig. 20);

b) nucleul roşu, prin PCS;

c) la nucleii substanţei reticulate din bulb şi punte, prin PCI;

d) nucleii olivari, prin PCM;

e) nucleii vestibulari, prin PCI.

În concluzie, fibrele eferente îşi au originea în neuronii conţinuţi în nucleii cerebelului. Aceste fibre părăsesc cerebelul prin acelaşi peduncul cerebelos folosit de fibrele aferente.

Cerebelul este implicat în numeroase circuite neuronale. Citǎm doar circuitul neuronal cerebelo-talamo-cortico-ponto-cerebelos, care va fi prezentat pe un model operaţional.

*** Model operaţional.** Conexiunile funcţionale între segmentele sistemului nervos central sunt asociate cu arcul reflex miotatic (de întindere), deoarece fasciculele extrapiramidale se termină pe motoneuronii gamma medulari. Aceştia inervează capetele contractile ale fibrelor musculare intrafusale, deservind reflexul miotatic.

Competenţă. Integrarea noţiunilor studiate în cadrul sistemului nervos somatic ne permite să înţelegem modul de operare, în vederea îndeplinirii funcţiilor de integrare şi adaptare a organismului la condiţiile variate de mediu.

Pentru a înţelege mai clar diferitele conexiuni ale SNC, urmăriţi cu atenţie schema de la fig. 21a-b, care vă permite să învăţaţi câteva noţiuni de bază:

– măduva spinării este conectată cu cerebelul prin calea spinocerebeloasă directă şi încrucişată;

– măduva spinării este conectată cu aria senzitivomotorie din neocortex, prin calea proprioceptivă kinestezică, reprezentată de fasciculul spinobulbar;

– identificaţi şi menţionaţi nucleii din trunchiul cerebral, de origine a fasciculelor extrapiramidale, care se termină direct pe motoneuronii gamma din cornul medular anterior (ele deservesc reflexul miotatic, ce stă la baza tonusului muscular) şi indirect pe motoneuronii alfa-tonici (ce declanşează contracţiile automate şi semivoluntare ale musculaturii striate);

– corpii striaţi implicaţi în circuitul neuronal „cortico-strio-talamo-cortical" intervin în modularea mişcărilor automate şi semivoluntare generate de ariile corticale extrapiramidale;

– unii nuclei mezencefalici (nucleul roşu şi substanţa neagră) sunt conectaţi în dublu sens cu corpul striat;

– În figura 21 este redat schematic circuitul neuronal „cerebelo-talamo-cortico-ponto-cerebelos“, ce reprezintă legătura neocerebelului în dublu sens cu neocortexul cerebral, şi rolul acestuia în reglarea mişcărilor voluntare fine;

– neocortexul de asociaţie elaborează planul mişcării, pe care îl transmite neocerebelului prin bucla cortico-ponto-cerebeloasă a circuitului neuronal amintit anterior;

– neocerebelul corectează planul mişcării în concordanţă cu informaţiile primite de la receptori;

– impulsurile de la nucleul dinţat ajung prin bucla „cerebelo-talamo-corticală“ a circuitului neuronal la neocortexul motor, care descarcă impulsurile nervoase prin calea piramidală (reprezentată de fibrele corticospinale), determinând contracţii voluntare ale musculaturii striate.

Modelul operaţional poate fi folosit ca suport pentru înţelegerea aferenţelor şi eferenţelor cerebelului, precum şi a conexiunilor: măduvă-cerebel; măduvă-neocortex; neocortex-măduvă (căi descendente piramidale şi extrapiramidale); corpi striaţi-neocortex.

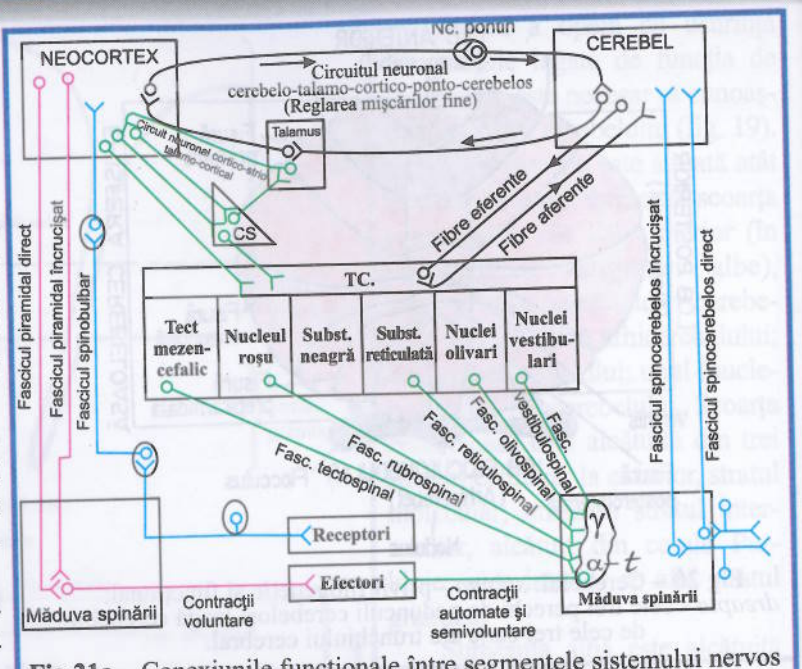


Fig 21a – Conexiunile funcţionale între segmentele sistemului nervos central (reprezentarea schematică a autoarei).

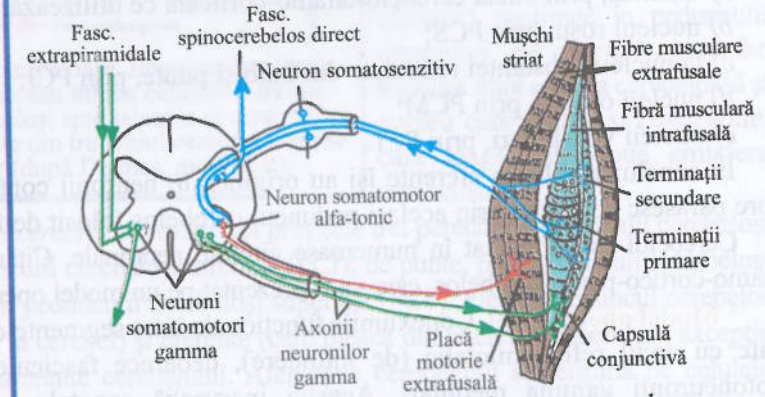


Fig 21b – Funcţionarea fusului neuromuscular şi reflexul miotatic.

Funcţiile diencefalului

Diencefalul este aşezat în prelungirea trunchiului cerebral, fiind acoperit dorsal de emisferele cerebrale şi având în interior ventriculul III (fig. 22).

Talamusul, prin nucleii de releu pe care îi conţine, constituie o staţie obligatorie pentru toate fibrele ascendente ale sensibilităţii exteroceptive care fac sinapsă cu al treilea neuron al căii. Excepţie fac fibrele căii olfactive, care nu au releu talamic.

Metatalamusul constituie staţie pe traseul căii optice şi pe cel al căii auditive.

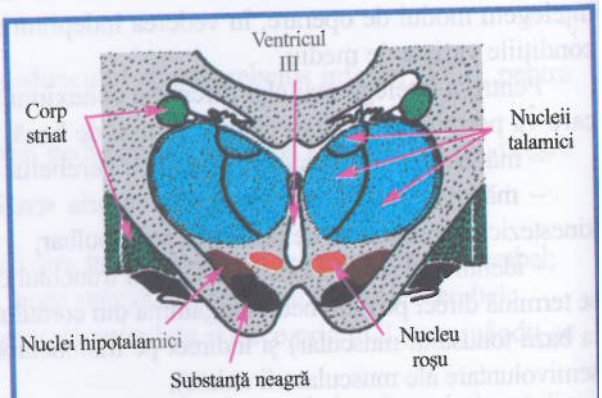


Fig 22 – Secţiune prin diencefal. (după A. Andronescu, modificat).

Epitalamusul integrează senzaţiile olfactive într-un comportament motor general.

Hipotalamusul îndeplineşte numite funcţii: menţinerea homeostaziei mediului intern; reglarea funcţiilor vegetative; a temperaturii corpului prin centrul termoreglării; a bioritmului nictemeral; formarea şi controlul comportamentelor alimentar şi sexual; controlul activităţilor endocrine, dependente de adenohipofiză. Împreună cu sistemul limbic formează o unitate funcţională.

Corpii striaţi

Corpii striaţi (ganglionii bazali) sunt două mase de substanţă cenuşie situate în grosimea substanţei albe, de la baza fiecarei emisfere cerebrale. Ei sunt aşezaţi deasupra şi lateral de talamus. Sunt conenctaţi în dublu sens cu nucleul roşu şi substanţa neagră. Primesc aferenţe de la ariile corticale extrapiramidale şi trimit aferenţe la talamus.

Funcţional, corpul striat este implicat în circuitul neuronal „cortico-strio-talamo-cortical".

Corpii striaţi modulează mişcările automate şi semivoluntare elaborate de ariile corticale extrapiramidale. Inhibă tonusul musculaturii striate (prin descărcarea de impulsuri inhibitoare la nucleul roşu din trunchiul cerebral). În condiţii de mişcare, corpii striaţi intervin în repartiţia tonusului muscular pe grupe de muşchi.

Sistemul limbic

Structurile nervoase care alcătuiesc sistemul limbic se află pe faţa medială a emisferei cerebrale, sub forma unui arc de cerc, în jurul diencefalului, interpus între acesta şi neocortex. Din punct de vedere filogenetic sistemul limbic este format din arhicortex şi paleocortex (bulbii olfactivi şi calea olfactivă împreună cu formaţiunile conexe). Paleocortexul ocupă un teritoriu restrâns, în timp ce arhicortextul ocupă unul extins.

Funcţiile sistemului limbic sunt olfactive şi neolfactive. Funcţia olfactivă este redusă la om; cea neolfactivă constă în controlul comportamentelor, în asociere cu hipotalamusul. Funcţia de recompensă şi pedeapsă este neolfactivă.

Emisferele cerebrale

Morfologia. Fiecare emisferă cerebrală prezintă trei feţe: laterală sau externă, medială sau internă; bazală sau inferioară.

Pe faţa laterală se observa trei şanţuri adânci (central, lateral, parietooccipital) ce delimitează patru lobi cerebrali (fig 23).

Pe suprafaţa fiecărui lob se află şanţuri superficiale; ele delimitează giri sau circumvoluţii, care măresc suprafaţa scoarţei cerebrale. De o parte şi de alta a şanţului central se află girul pre- şi, respectiv, postcentral.

Pe faţa medială sau internă a emisferei se observă corpul calos, o formaţiune nervoasă de forma unui arc de cerc.

Pe faţa bazală a fiecărei emisfere se află bulbul olfactiv şi tractul olfactiv, ce aparţin concomitent sistemului limbic şi analizatorului olfactiv.

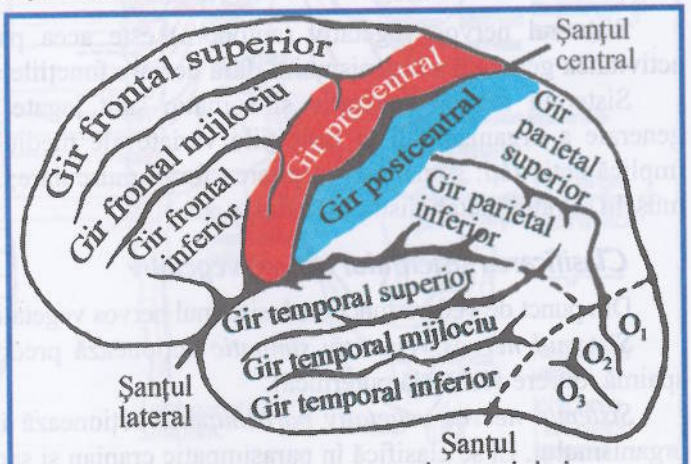


Fig 23 – Faţa laterală a emisferei cerebrale stângi.

Structura emisferelor cerebrale. Substanţa cenuşie formează la exteriorul emisferei cerebrale scoarţa cerebrală (cortextul cerebral). În interior se află substanţa albă, iar în grosimea acesteia, la baza fiecărei emisfere, se află câte un corp striat.

Scoarţa cerebrală prezintă maximum de dezvoltare la om. Filogenetic se divide în: arhicortex, paleocortex şi neocortex. Neocortexul este alcătuit din şase straturi celulare: două granulare, cu rol senzitiv; două piramidale, cu rol motor şi alte două straturi.

Substanţa albă a emisferei cerebrale este formată din fibre: de proiecţie (aferente – ale sensibilităţii şi eferente – ale motilităţii); comisurale care leagă cele două emisfere cerebrale; de asociaţie care leagă diferite regiuni ale scoarţei cerebrale, situate în aceeaşi emisferă.

Localizări corticale. După funcţiile îndeplinite, neocortexul este: receptor (predomină celulele granulare), motor (predomină celulele piramidale) şi de asociaţie.

Neocortextul receptor conţine ariile somestezice I şi II (girul postcentral şi peretele superior al şanţului lateral). Mai conţine ariile senzoriale: gustativă, vizuală primară şi secundară; ariile auditivă primară şi de asociaţie; aria vestibulară (tratate de analizatori). În urma prelucrării informaţiilor, în ariile amintite se formează senzaţii (face excepţie, aria vestibulară).

Neocortextul motor se află în lobul frontal, unde îşi au originea căile piramidale şi extrapiramidale, ce asigură motilitatea voluntară şi automată-semivoluntară. Dintre ele se remarcă aria motorie primară din girul precentral. La nivelul acesteia şi al ariei somestezice I există o reprezentare a segmentelor corpului, proporţională cu importanţa lor funcţională. Această reprezentare poartă numele de *homunculus motor,* respectiv, senzitiv, la nivelul lor proiecţia corpului fiind răsturnată; capul se află la baza girului, iar membrul inferior, pe faţa medială a emisferei cerebrale.

Neocortextul de asociaţie ocupă un spaţiu extins, la nivelul lui fiind integrate impulsurile provenite din neocortexul receptor; conectează ariile precedente cu cele motorii. Lezarea acestuia face imposibilă interpretarea informaţiilor transmise pe căi specifice (de exemplu, imposibilitatea de a înţelege cuvintele vorbite sau de a recunoaşte obiectele şi persoanele văzute). De asemenea, ariile de asociaţie contribuie la conturarea personalităţii, controlul activităţii vegetative (aria prefrontală) şi controlul activităţii sexuale (aria temporală).

Sistemul nervos vegetativ

Sistemul nervos vegetativ (autonom) este acea parte a sistemului nervos care coordonează activitatea generală a organismului, fără de care funcţiile sale nu se pot desfăşura.

Sistemul nervos vegetativ şi somatic sunt legate funcţional, permiţând adaptarea activităţii generale a organismului la condiţiile variate ale mediului extern. Spre exemplu, efortul muscular implică activităţi: somatice – creşterea forţei musculare; vegetative – creşterea fluxului sanguin spre muşchi, a ratei metabolismului celular etc.

Clasificarea sistemului nervos vegetativ

Din punct de vedere funcţional, sistemul nervos vegetativ se divide în simpatic şi parasimpatic.

Sistemul nervos vegetativ simpatic acţionează predominant în situaţii neobişnuite (frică, furie, spaimă, durere viscerală puternică).

Sistemul nervos vegetativ parasimpatic acţionează în situaţii obişnuite, de linişte şi relaxare a organismului. El se clasifică în parasimpatic cranian şi sacrat.

Componenta centrală a sistemului nervos vegetativ este reprezentată prin centri nervoşi: simpatici, situaţi în măduva spinării (C_8-L_3); parasimpatici sacraţi – se află în măduva sacrală (S_2-S_4); cei ai

parasimpaticului cranian sunt diseminaţi în nucleii vegetativi parasimpatici din substanţa cenuşie a celor trei etaje ale trunchiului creberal.

Componenta periferică a sistemului nervos simpatic include două lanţuri ganglionare simpatice, alcătuite fiecare din câte 22 de ganglioni paravertebrali. Sunt situate lateral de măduva spinării. Lateral de lanţul ganglionar se văd cei trei ganglioni prevertebrali simpatici (celiac, mezenteric superior şi mezenteric inferior). Fibrele vegetative visceromotorii sunt pre- şi postganglionare.

Parasimpaticul sacrat este lipsit de lanţuri ganglionare. Ganglionii nervoşi care aparţin parasimpaticului sacrat şi cranian sunt reprezentaţi de ganglioni previscerali (situaţi în apropierea viscerelor) şi intramurali (situaţi în peretele acestora).

Fibrele preganglionare îşi au originea în centrii vegetativi, iar cele postganglionare, în neuronii din ganglionii vegetativi, unde s-a făcut sinapsa (fig. 24).

Nervii vegetativi simpatici sunt reprezentaţi prin cei trei nervi cardiaci şi cei trei nervi splanhnici. Nervii parasimpatici sunt: pelvic (deserveşte parasimpaticul sacrat) şi nervii cranieni III, VII, IX, X (care sunt constituenţi ai parasimpaticului cranian).

Sistemul nervos vegetativ formează, la nivelul viscerelor, plexuri nervoase simpatico-parasimpatice, din care se desprind fibre ce inervează viscerele.

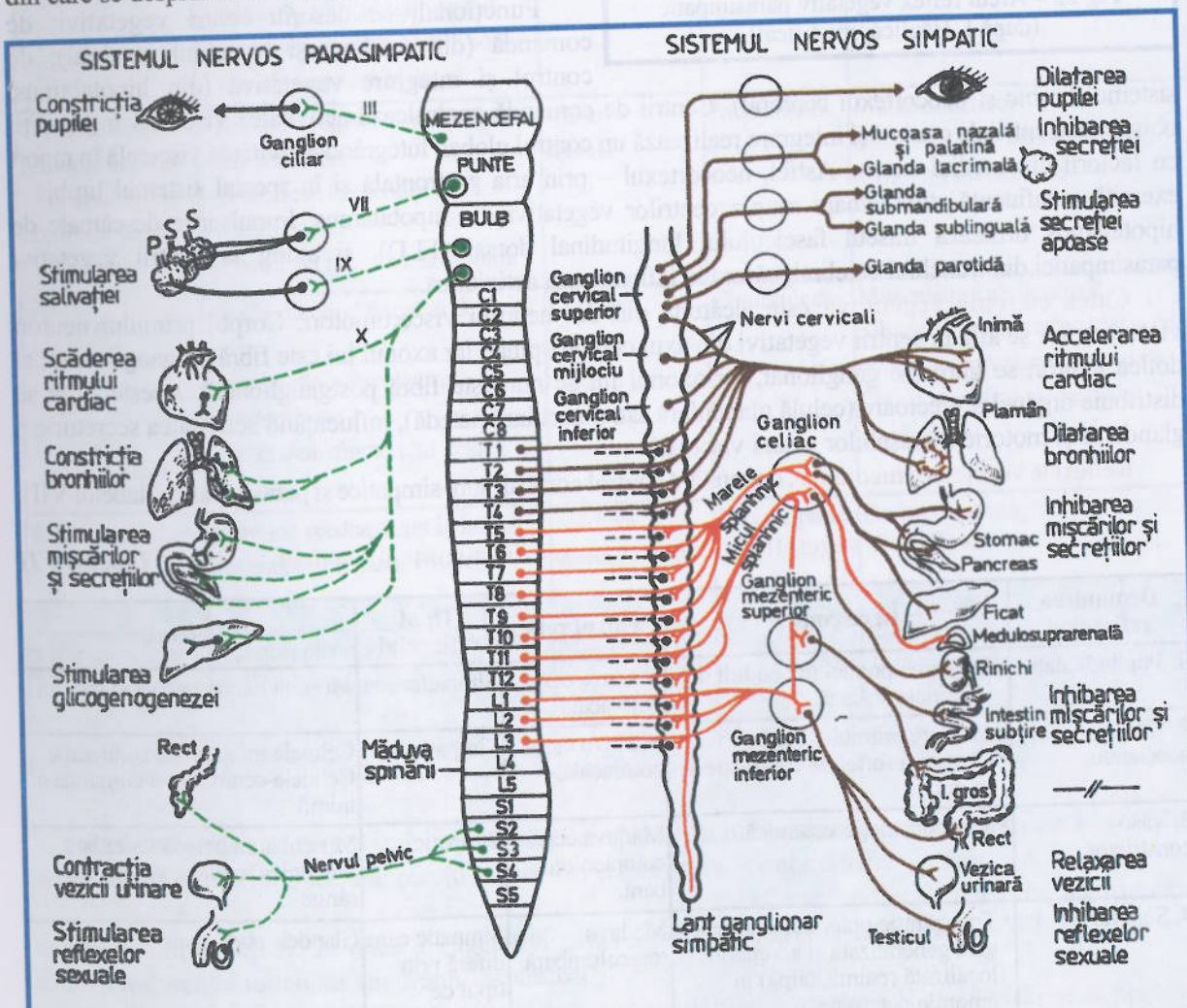


Fig 24 – Structura sistemului nervos vegetativ (după V. Ranga, modificat).

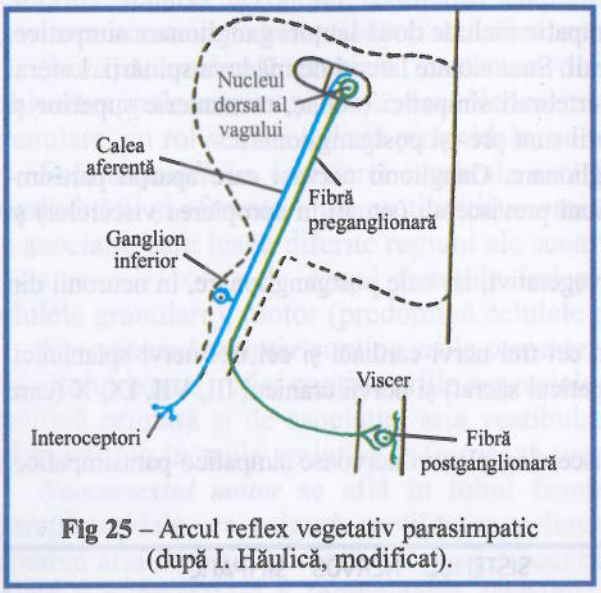


Fig 25 – Arcul reflex vegetativ parasimpatic (după I. Hăulică, modificat).

Actul reflex vegetativ, ca şi cel somatic, este răspunsul fiziologic la stimuli-prag, care acţionează asupra unui câmp receptor, la realizarea lui participând sistemul nervos. Arcul reflex vegetativ cuprinde aceleaşi componente ca şi arcul reflex somatic (fig. 25).

Calea aferentă este alcătuită din prelungirile neuronilor viscerosenzitivi, din ganglionii spinali sau din cei omologi ai nervilor cranieni IX şi X.

Centrii vegetativi sunt situaţi în substanţa cenuşie a sistemului nervos central şi în substanţa reticulată din trunchiul cerebral. Ei primesc mesajele venite de la interoceptori şi descarcă impulsuri nervoase motorii sau secretorii, care ajung pe cale eferentă la organele vegetative.

Funcţional, se descriu centri vegetativi: de comandă (din măduvă şi trunchiul cerebral); de control şi integrare vegetativă (din hipotalamus, sistemul limbic şi neocortexul cerebral). Centrii de comandă controlează activitatea viscerală în condiţii obişnuite. Centrii de control şi integrare realizează un control global, integrând activitatea viscerală în raport cu factorii din mediul extern. Astfel, neocortexul – prin aria prefrontală şi în special sistemul limbic – exercită o influenţă stimulatoare asupra centrilor vegetativi din hipotalamus. Impulsurile descărcate de hipotalamus urmează traseul fasciculului longitudinal dorsal (FLD), şi ajung la centrii vegetativi parasimpatici din trunchiul cerebral, cărora le influenţează activitatea.

Calea eferentă vegetativă este alcătuită din doi neuroni visceromotori. Corpul primului neuron visceromotor se află în centrii vegetativi din axul cerebrospinal, iar axonul lui este fibră preganglionară; al doilea neuron se numeşte ganglionar, iar axonul lui se numeşte fibră postganglionară. Aceste fibre se distribuie organelor efectoare (celulă glandulară sau musculară netedă), influenţând activitatea secretorie a glandelor şi motorie a muşchilor netezi viscerali.

Reflexele vegetative medulare, cu sau fără control cortical, sunt simpatice şi parasimpatice (tabelul VII).

Reflexele vegetative medulare cu sau fără control cortical ***Tabelul VII***

Denumirea reflexelor	În ce constă	Centrul reflex	Tipul reflexului	Efectorii
1. Pupilodilatator	• Dilatarea pupilei în condiţii de iluminare scăzută	Măduva cervicotoracală	Simpatic	Muşchii netezi radiari ai irisului
2. Cardioaccelerator	• Creşterea ritmului cardiac • Creşterea forţei de contracţie a inimii	Măduva cervicotoracală.	Simpatic	Celulele miocardice contractile. Celulele centrului de comandă al inimii
3. Vasoconstrictor	• Vasoconstricţie sistemică	Măduva cervicotoracolombară.	Simpatic.	Musculatura netedă vasculară din tunica medie a vaselor de sânge
4. Sudoral	• Transpiraţie puternică colinergică generalizată şi adrenergică localizată (palmă, talpă) în emoţiile puternice	Măduva toracolombară	Simpatic care diferă prin tipul de mediaţie (excepţie)	Glandele sudoripare

Denumirea reflexelor	În ce constă	Centrul reflex	Tipul reflexului	Efectorii
5. Pilomotor	• Contracţie urmată de zbârlirea părului (piloerecţie) cu rol redus în termoreglare la om	Măduva toracolombară	Simpatic	Muşchiul neted al firului de păr inervat simpatic
6. De micţiune (absenţa controlului voluntar la copii sub vârsta de 18 luni)	• Reflexul automat al micţiunii sincronizează: – contracţia muşchiului vezical – cu relaxarea sfincterului vezical intern	Măduva sacrală	Parasimpatic	Muşchiul vezical Sfincterul vezical intern neted - cu contracţii involuntare
	• Reflexul voluntar al micţiunii constă în: – contracţia musculaturii abdominale – relaxarea sfincterului uretral extern (inervat de fibrele somatice ale nervului ruşinos)	Cortical	Condiţionat	Muşchii abdominali Sfincterul uretral extern striat cu contracţii voluntare
7. De defecaţie (absenţa controlului voluntar la copii sub vârsta de 18 luni)	• Reflexul vegetativ necondiţionat constă în: – relaxarea sfincterului anal intern – contracţia muşchiului rectului	Măduva sacrală	Parasimpatic	Muşchii rectului Sfincterul anal intern neted cu contracţii involuntare
	• Reflexul condiţionat al defecaţiei: – contracţia musculaturii abdominale – relaxarea sfincterului anal extern	Cortical	Condiţionat	Musculatura abdominală Sfincterul anal extern striat – cu contracţii voluntare (inervat de fibrele somatice ale nervului ruşinos)
8. De erecţie	• Are loc predominant la bărbaţi, constă în dilatarea vaselor sanguine din penis	Măduva sacrală	Parasimpatic	Corpii carvernoşi
9. De ejaculare	• Centrii ejaculatori determină eliminarea spermei	Măduva lombară	Simpatic	Contracţia muşchilor netezi: - ai canalelor deferente; - ai veziculelor seminale; - bulbocavernoşi

Reflexele vegetative care se închid în măduva spinării şi în trunchiul cerebral controlează activitatea secretorie (a glandelor situate în pereţii organelor) şi motorie a acestor organe.

Reflexele vegetative importante din trunchiul cerebral. Centrii reflecşi vegetativi din trunchiul cerebral sunt situaţi fie în nucleii vegetativi parasimpatici ai nervilor cranieni III, VII, IX, X, fie în nucleii substanţei reticulate (neuronii inspiratori şi cardiovasomotori).

Reflexele cardiovasculare se divid în presoare medulobulbopontine (I = I.1+I.2) şi depresoare bulbopontine (II = II.1+II.2).

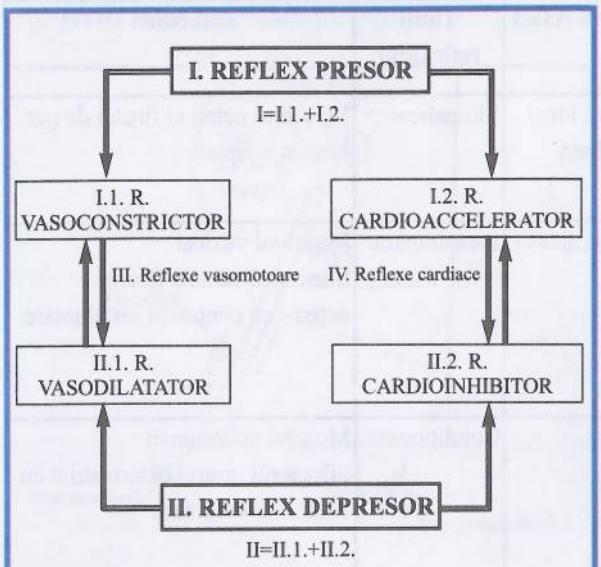


Fig 26 – Reflexe cardiovasculare (reprezentare schematică originală a autoarei).

Având în faţă figura 26, notaţi pe caiet componentele reflexului presor (I) şi depresor (II). Rezolvaţi problema şi pentru reflexele III şi IV.

Reflexele presoare sunt declanşate de scăderea presiunii sângelui. Efectele constau în creşterea tensiunii arteriale prin creşterea frecvenţei şi forţei de contracţie a inimii şi prin vasoconstricţie.

Reflexele depresoare sunt declanşate de creşterea presiunii sângelui. Efectele constau în scăderea tensiunii arteriale (TA), prin scăderea ritmului cardiac (bradicardie) şi a forţei de contracţie a inimii.

Efectele stimulării vegetative

Aproape toate organele interne sunt dublu stimulate (inervate). Medulosuprarenala prezintă doar inervaţie simpatică, asigurată de colaterale desprinse din nervul splanhnic mare (format din fibre preganglionare simpatice). Cele două componente ale SNV acţionează frecvent antagonic: când stimularea simpatică determină efecte excitatoare asupra unui organ, stimularea parasimpatică are efecte inhibitoare (tabelul VIII).

Efectele stimulării vegetative — ***Tabelul VIII***

Organul inervat	Efectele stimulării simpatice	Efectele stimulării parasimpatice
Muşchii radiari ai irisului.	Contracţie urmată de dilatarea pupilei (midriază).	Nici un efect
Muşchii circulari ai irisului	Nici un efect.	Contracţie urmată de constricţia pupilei, reflexul pupilar fotomotor (mioză).
Muşchii ciliari circulari	Nici un efect.	Contracţia muşchilor ciliari circulari (reflexul de acomodare).
Glandele lacrimale	Vasoconstricţie şi slabă secreţie lacrimală.	Vasodilataţie şi stimularea puternică a secreţiei lacrimale.
Glandele salivare	Vasoconstricţie şi secreţie redusă de salivă vâscoasă.	Vasodilataţie şi secreţie salivară abundentă apoasă, cu conţinut enzimatic redus.
Musculatura bronşică	Bronhodilatator (dilată lumenul bronhiolelor).	Bronhoconstrictor (micşorează lumenul bronhiolelor).
Inima Muşchiul cardiac Vasele coronare	Ritm cardiac crescut (tahicardie). Creşte forţa de contracţie a miocardului. Dilată arterele coronare.	Ritm cardiac scăzut (bradicardie). Scade forţa de contracţie a miocardului. Constricţia arterelor coronare.
Stomacul şi intestinul Lumenul Sfincterele Secreţia	Scade tonusul muscular şi motilitatea gastro-intestinală. Constricţia sfincterelor digestive (cel mai adesea). Inhibarea secreţiei sucurilor digestive.	Creşte tonusul muscular şi motilitatea gastro-intestinală. Relaxarea sfincterelor digestive (cel mai adesea). Stimularea puternică a secreţiei sucurilor digestive.
Rinichiul Vezica urinară	Diureză scăzută. Relaxarea muşchiului vezical şi contracţia sfincterului vezical intern, neted.	Nici un efect. Contracţia muşchiului vazical şi relaxarea sfinterului vezical intern, neted.

Inervaţia vegetativă acţionează uneori sinergic (în acelaşi sens), de exemplu asupra glandelor salivare, stimulându-le secreţia, care diferă cantitativ şi calitativ, în funcţie de mesajele primite.

Noţiunile elementare de igienă şi patologie

Se referă la respectarea orelor de somn şi a celor de activitate şcolară şi extraşcolară. Nu este deloc recomandabil să te aşezi la masa de lucru imediat după o masă copioasă.

Pentru a asimila mai repede şi mai uşor cunoştinţele şcolare şi pentru a evita oboseala nervoasă trebuie respectate anumite reguli, şi anume:

• Planificarea timpului afectat învăţării:

– fă-ţi un program de studiu zilnic;

– începi cu materiile pe care le consideri mai dificile şi termină cu cele cu grad mic de dificultate;

– fă pauză între lecţii.

• Organizează ştiinţific timpul afectat învăţării:

– stabileşte-ţi clar obiectivele;

– asigură-ţi sursele bibliografice.

• Învaţă efectiv:

– respectă programul de studiu;

– optează pentru învăţarea în fiecare zi;

– evită învăţarea în salturi;

– perseverează în munca de asimilare şi fixare a informaţiilor.

• Valorifică eficient rezultatele învăţării prin efectuarea corectă a temelor, realizarea de eseuri, compuneri etc.

Respectând toate acestea vei avea un dublu avantaj: vei învăţa să înveţi şi nu vei obosi, deci nu-ţi vei suprasolicita sistemul nervos.

Noţiuni de patologie a sistemului nervos

Unele boli ale sistemului nervos sunt infecţioase (meningita, encefalita), altele sunt fie psihice, fie genetice.

Meningita este inflamaţia meningelui (piamater şi arahnoida) datorată unor infecţii. Principalele simptome ale acestei afecţiuni sunt: cefaleea, adică durerea de cap progresivă, febra, fotofobia (teama de lumină), vărsăturile, crizele convulsive. Prevenţia constă în evitarea frigului şi a focarelor epidemice de meningită.

Encefalita reprezintă inflamaţia sistemului nervos central datorată unei infecţii. Uneori este precedată de o boală infecţioasă virală (rujeolă, parotidita epidemică). Simptomele acestei afecţiuni sunt: cefalee, vărsături, febră, tulburări de conştienţă, crize convulsive. Modalitatea de prevenire este aceeaşi ca şi în cazul meningitei.

Coma reprezintă starea de pierdere a conştienţei pe termen mediu sau lung. Cauzele acestei stări sunt multiple: intoxicaţii, ischemie sau hemoragie cerebrală, meningoencefalită, abces sau tumoare cerebrală, traumatisme craniocerebrale, cauze metabolice precum diabetul zaharat dezechilibrat, uremia, şocul. Există mai multe grade de comă, de la cea superficială la cea profundă. Semnele sunt multiple, unele fiind sugestive pentru cauza declanşatoare.

Convulsiile reprezintă descărcări violente ale activităţii neuronale, manifestate fie prin contracţii ritmice, sacadate ale unor grupe musculare până la generalizare, fie prin creşterea sau scăderea bruscă a tonusului muscular, însoţită de pierderea stării de conştienţă. Pot să apară ca manifestare a epilepsiei, în cadrul unor infecţii meningocerebrale, sau ca expresie a unor intoxicaţii grave.

Accidentul vascular cerebral este o boală survenită ca urmare a ruperii sau obstruării unui vas ce vascularizează o regiune a scoarţei cerebrale. Hemoragiile cerebrale predomină la persoanele de vârsta a treia. O cauză majoră o constituie hipertensiunea arterială.

Boala Recklinghausen este o boală ereditară cu transmitere autozomal-dominantă, caracterizată prin tumori benigne, palpabile de-a lungul nervilor periferici şi în sistemul nervos central, la nivelul nervului optic, acustic etc. Alte manifestări sunt: petele pigmentare pe piele. Singura metodă de prevenţie este sfatul genetic.

Analizatorii

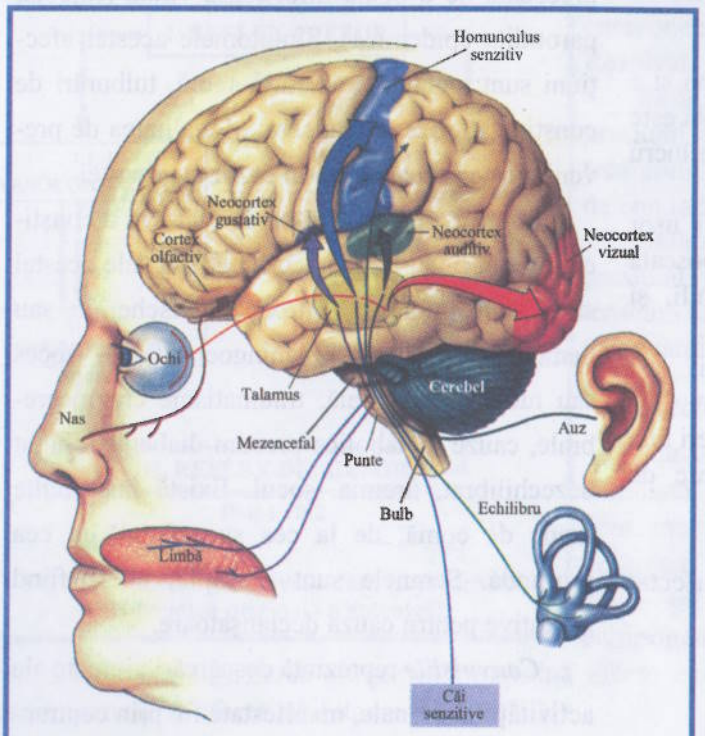


Fig. 1 – Impulsurile nervoase generate de receptori sunt conduse pe căi senzitive la ariile corticale primare sau somestezice.

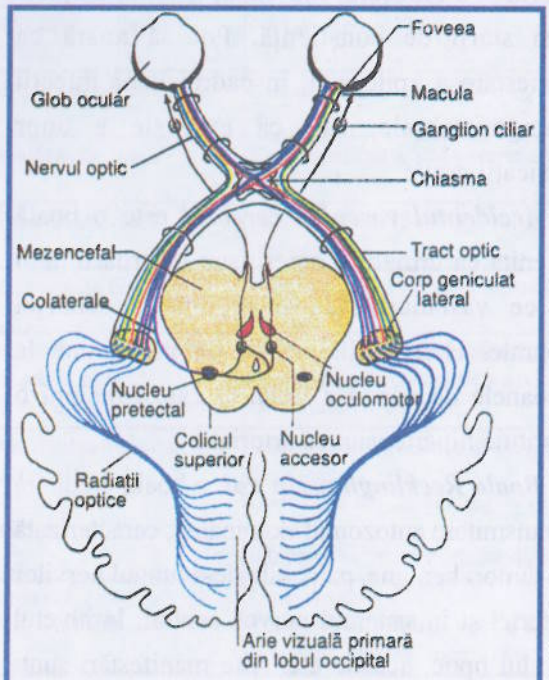


Fig. 2 – Calea optică (după F. H. Netter, modificat).

Analizatorii sunt sisteme morfofuncţio nale care detectează modificările diferitel forme de energie din mediul extern, determ nând formarea de senzaţii; ei au un plan uni de organizare, fiecare fiind alcătuit din tr segmente: periferic, intermediar (de condu cere) şi central (cortical) (fig. 1).

Segmentele analizatorilor

Segmentul periferic al analizatorulu (receptorul) este reprezentat prin structu specializate ale organelor de simţ; stimulat d variaţia unei anumite forme de energie, de termină formarea potenţialului de receptor ş în final, a celui de acţiune (impuls nervos).

Receptorii informează centrii nervo (subcorticali şi corticali) ai SNC cu privire l modificările ce au loc în mediul extern. Re ceptorii se clasifică, în funcţie de topografie în: exteroceptori cutanaţi (care înregistreaz modificările din mediul extern); proprioceptori răspândi în sistemul locomotor (care înregistrează aspecte al activităţii motorii), şi interoceptori, situaţi în peretel organelor viscerale şi al vaselor de sânge, ce le asigur vascularizaţia (ei furnizează informaţii necesare reglări activităţii formaţiunilor structurale ce îi conţin).

Segmentul intermediar (de conducere) este forma din căi nervoase, care conduc mesaje privind diferit tipuri de sensibilităţi. Din aceste căi se desprin colaterale spre substanţa reticulată din trunchiul cerebra

Segmentul central (cortical) al analizatorilor este re prezentat printr-o arie corticală somestezică sau senzorială În ariile corticale primare se formează senzaţii specifice.

Segmentele analizatorului vizual. Receptorii foto sensibili sunt reprezentaţi de celule cu con şi bastonaş Calea optică este formată din trei neuroni; primul şi a doilea neuron (bi- şi multipolar) se află în retină (fig. 2) Cei doi nervi optici părăsesc orbita şi intră în cuti craniană; fibrele care provin din retina nazală s încrucişează şi formează chiasma optică; ele trec apoi î

tractul optic opus; fibrele care provin din retina temporală nu se încrucişează, aşa încât trec în tractul optic de aceeaşi parte. Tractul optic este porţiunea din calea optică situată între chiasmă şi corpul genicular lateral (CGL). Al treilea neuron se află în CGL din metatalamus, iar axonul său se proiectează în aria vizuală primară.

Aria vizuală primară se află pe faţa medială a lobului occipital, în jurul scizurii calcarine. Această arie este conectată cu aria vizuală de asociaţie, situată în jurul ei.

Fiziologia analizatorului vizual

Cu ajutorul văzului putem percepe forma, dimensiunea, culoarea, mişcarea obiectelor în spaţiu şi distanţa dintre ele. Activitatea analizatorului vizual asociată cu cea a analizatorului kinestezic, vestibular şi cutanat tactil permite orientarea în spaţiu. Vederea contribuie în cea mai mare măsură la integrarea organismului în mediul de viaţă.

Procesele prin care se realizează vederea au la bază trei etape succesive: recepţia vizuală, transmiterea mesajelor vizuale, formarea senzaţiilor vizuale.

Recepţia vizuală se realizează la nivelul celulelor vizuale cu con şi cu bastonaş din retină. Formarea imaginilor reale, mai mici şi răsturnate, pe retină, se bazează pe mecanisme optice şi pe fenomene fotochimice.

Mecanismele optice se desfăşoară după legile opticii geometrice. Înţelegerea sistemului optic al globului ocular presupune cunoaşterea fenomenelor fizice: refracţia luminii, distanţa focală, puterea optică (convergenţa) sau puterea de refracţie a unei lentile, măsurată în dioptrii.

Emetropia (fig. 3). Ochiul este considerat normal (emetrop) dacă razele de lumină paralele, emise de un obiect aflat la infinit, focalizează pe retină. Distanţa dintre centrul optic al lentilei-cristalin şi retină este egală cu distanţa focală a ochiului emetrop.

Erori de refracţie oculară. Discordanţa dintre centrul optic al lentilei-cristalin şi retină caracterizează ochiul ametrop, ce prezintă erori de refracţie: hipermetropia, miopia şi astigmatismul.

• *Ochiul hipermetrop* este mai turtit anteroposterior decât ochiul normal (hipermetropie axială) sau cristalinul său este prea aplatizat (hipermetropie de curbură), aşa încât razele de lumină focalizează înapoia retinei, iar imaginea formată este neclară. La hipermetropi punctul proxim este situat mai departe de ochi, în comparaţie cu ochiul normal. Această eroare de refracţie se corectează cu lentile convergente (biconvexe).

• *Ochiul miop* este mai alungit decât cel normal (miopie axială) sau curbura cristalinului este exagerată (miopie de curbură), astfel că fasciculul de raze paralele focalizează înaintea retinei. Miopul prezintă punctul proxim foarte aproape de ochi, iar punctul remotum, mai apropiat de 6 m. Miopia se corectează cu lentile divergente (biconcave).

• *Astigmatismul* de curbură se datorează defectelor de sfericitate ale suprafeţei corneei, ce prezintă mai multe raze de curbură şi un meridian cu putere optică anormală; imaginile formate pe retină sunt neclare.

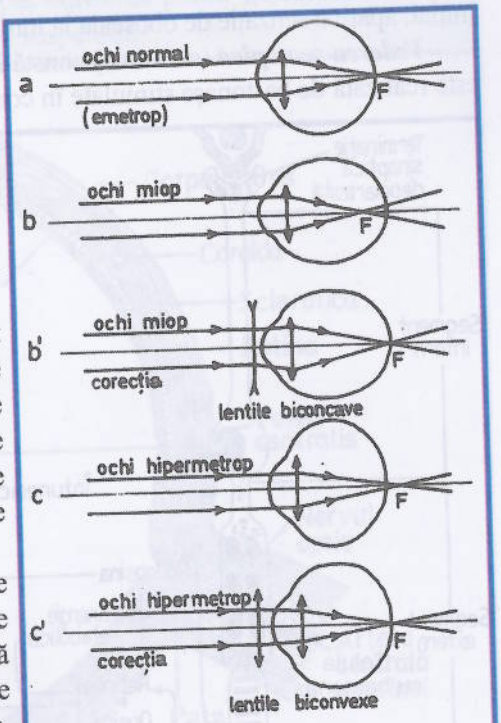


Fig. 3 – Formarea imaginii pe retină:
a - ochi emetrop; **b** - ochi miop;
b' - corectarea cu lentilă divergentă;
c - ochi hipermetrop;
c' - corectarea cu lentilă convergentă.

Acomodarea constă din totalitatea proceselor fizice de la nivelul globului ocular, care permit formarea unor imagini clare pentru obiecte situate la mai puţin de 6 m de ochi. Punctul cel mai apropiat de ochi la care vedem clar, fără acomodare, poartă numele de *punct remotum* (6 m). Punctul cel mai apropiat de ochi, la care vedem clar să citim, cu efort maxim de acomodare, poartă numele de *punct proxim* (25 cm).

Reflexul de acomodare se realizează când ochiul priveşte obiecte situate între punctul proxim şi remotum. În acest caz, muşchiul ciliar circular, stimulat parasimpatic, se contractă; fibrele sale acţionează similar unui sfincter, care îşi micşorează diametrul, determinând relaxarea ligamentelor aparatului suspensor. Cristalinul fiind elastic, devine mai convex pe faţa anterioară, raza sa de curbură scade, iar puterea sa de convergenţă creşte. Imaginea se formează în fovee şi este clară.

Mecanismele fotochimice stau la baza vederii. Radiaţiile luminoase din spectrul vizibil, cu lungimea de undă cuprinsă între 400 şi 700 nm, străbat sistemul optic, apoi retina (de la stratul X la I). Ele descompun pigmenţii fotosensibili din celulele vizuale, luând astfel naştere un potenţial de receptor, iar în final, unul de acţiune (impuls nervos), care prin calea optică este condus la neocortexul vizual.

Celulele cu con permit vederea fotopică diurnă (la lumină intensă), necesară vederii cromatice (perceperea culorilor). Celulele cu bastonaş permit vederea scotopică sau nocturnă.

Adaptarea receptorilor vizuali se realizează în funcţie de cantitatea de pigment fotosensibil din celulele cu conuri şi bastonaşe şi de durata expunerii lor la lumină şi întuneric.

Adaptarea la întuneric se realizează în cazul trecerii dintr-un mediu intens luminat la întuneric; ea necesită 20 de minute de obscuritate, până la apariţia vederii scotopice, ce permite ochiului să perceapă obiectele din mediu.

Adaptarea la lumină. Trecerea de la întuneric la lumină, necesită un timp mai scurt, de cca 5 minute. Iniţial, apare o senzaţie de oboseală la lumină, înlocuită după cca un minut cu o vedere obişnuită cromatică.

Vederea scotopică (nocturnă) constă în discriminarea nuanţelor între alb şi negru, în gama de griuri, şi este realizată de bastonaşe stimulate în condiţii de iluminare scăzută. Celulele cu bastonaş prezintă prag de excitabilitate scăzut, permiţând vederea în condiţii de obscuritate. Ciclul rodopsinei are loc în celulele cu bastonaş, sub influenţa luminii. La lumină, sub acţiunea fotonilor, rodopsina este descompusă în retinen şi opsină, ce are ca efect stimularea celulelor cu bastonaş. La întuneric are loc sinteza rodopsinei prin combinarea retinenului cu opsina, în prezenţa vitaminei A (fig. 4).

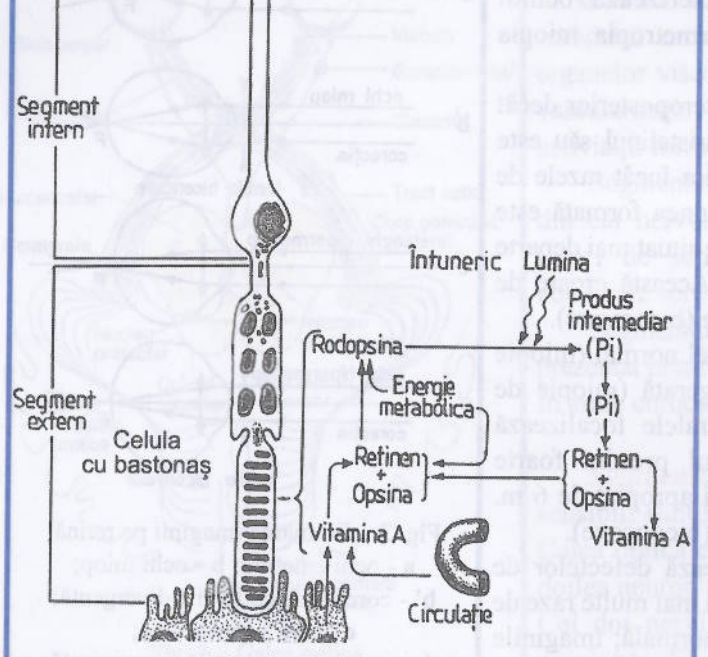


Fig. 4 – Ciclul rodopsinei.

Mecanismul vederii cromatice. Conform teoriei tricromatice, retina are trei tipuri de celule cu con, fiecare conţinând câte un pigment fotosensibil cu sensibilitate maximă pentru roşu, respectiv verde sau albastru.

Dacă asupra celulelor vizuale cu con cad simultan radiaţii cu lungimi de undă diferite, absorbţia radiaţiei este variabilă pentru fiecare pigment. Aria vizuală primară decodifică radiaţia corespunzătoare absorbţiei maxime, determinând senzaţia culorii respective.

Dacă asupra retinei cad radiaţii cu frecvenţe diferite, corespunzătoare a câte două din cele trei culori fundamentale (roşu,

galben şi albastru), celulele cu con percep combinaţia lungimilor de undă, iar la nivelul ariei vizuale se formează senzaţia de culoare complementară. Spre exemplu, culorile fundamentale pot forma prin amestecul lor culori complementare. Astfel, roşu şi galben formează oranjul; galben şi albastru formează verdele; roşu şi albastru formează două culori complementare – indigo şi violet. Dacă cele trei tipuri de celule cu con sunt stimulate egal, se obţine senzaţia de culoare albă; nestimulate, determină senzaţia de culoare neagră.

Lucrări practice

Disecţia globului ocular al unui mamifer

• *Material biologic:* ochi de bou sau de alt mamifer sacrificat în scop economic, tăvi de disecţie, bisturie, foarfece, lame, lupă, microscoape.

• *Modul de lucru:*

– îndepărtaţi grăsimea rămasă de pe globul ocular şi eventual capetele muşchilor extrinseci.

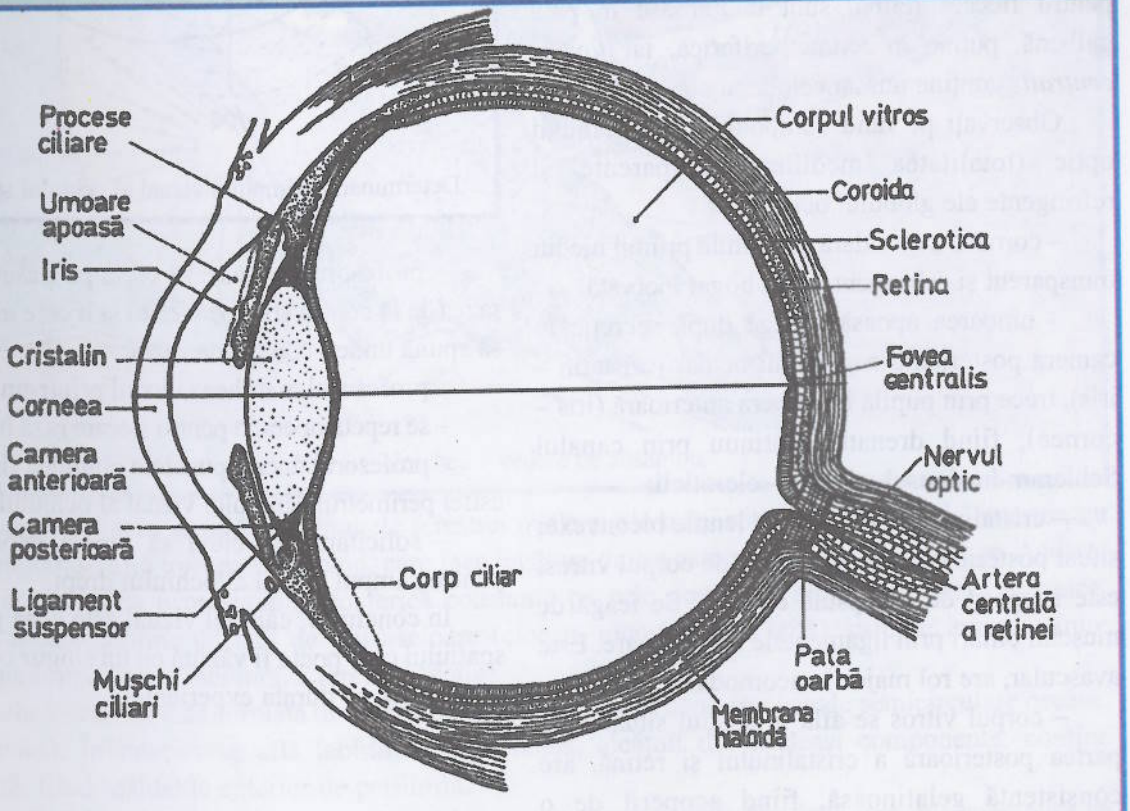
• Secţionaţi globul ocular la nivelul ecuatorului:

• Îndepărtaţi sclerotica (tunica externă), care se continuă anterior cu corneea (bombată, transparentă, bogat inervată). Canalul *Schlemm* se află la joncţiunea cornee-sclerotică.

• Sub sclerotică se observă coroida (tunica mijlocie a globului ocular), de culoare brun-închis, bine vascularizată; îndeplineşte rol nutritiv pentru globul ocular.

Coroida prezintă anterior o linie festonată, *ora serrata*, anterior ei aflându-se corpul ciliar. Acesta conţine procese ciliare, care secretă umoarea apoasă, şi muşchi intrinseci care deservesc reflexul de acomodare. Anterior corpului ciliar se află irisul, care prezintă central pupila.

Cristalinul, lentilă biconvexă, este situat între iris şi corpul vitros. Se prinde de corpul ciliar prin ligamentul suspensor.



Secţiune prin globul ocular.

Aşezaţi cristalinul pe un text. Ce constataţi?

– Retina se află pe faţa internă a coroidei.

La nivelul retinei se observă cu ochiul liber două pete: una galbenă (la locul unde axul optic principal intersectează retina), cu o depresiune (*foveea centralis*), şi alta oarbă, situată sub axul optic principal (locul de ieşire a fibrelor nervului optic şi de intrare a arterei ce vascularizează globul ocular).

• Celulele vizuale din retină prezintă:

– în segmentul extern, discuri flotante;

– în membrana lor se găsesc pigmenţi fotosensibili – rodopsina –, în cazul celulelor cu bastonaş, şi trei proteine, numite iodopsine, în cazul celulelor cu con.

Celulele cu bastonaş se află în număr de 125-130 de milioane în fiecare retină, sunt numeroase în retina periferică, mai puţine în pata galbenă, lipsesc în *foveea centralis*.

Celulele cu con, în număr de 5-7 milioane pentru fiecare retină, sunt numeroase în pata galbenă, puţine în retina periferică, iar *foveea centralis* conţine numai celule cu con.

Observaţi pe rând componentele sistemului optic (totalitatea mediilor transparente şi refringente ale globului ocular):

– corneea avasculară constituie primul mediu transparent şi refringent, fiind bogat inervată;

– umoarea apoasă ajunge după secreţie în camera posterioară a globului ocular (cristalin – iris), trece prin pupilă în camera anterioară (iris – cornee), fiind drenată continuu prin canalul Schlemm în sinusul venos al scleroticii;

– cristalinul are forma unei lentile biconvexe; situat posterior de iris şi anterior de corpul vitros, este acoperit de o capsulă elastică. Se leagă de muşchii ciliari prin ligamentele suspensoare. Este avascular, are rol major în acomodare;

– corpul vitros se află în spaţiul situat între partea posterioară a cristalinului şi retină, are consistenţă gelatinoasă, fiind acoperit de o membrană numită hialoidă.

Determinarea câmpului vizual al ochiului stâ

Materialul biologic: tablă, cretă; experimentatorul este profesorul, iar subiectul – elevul.

Modul de lucru:

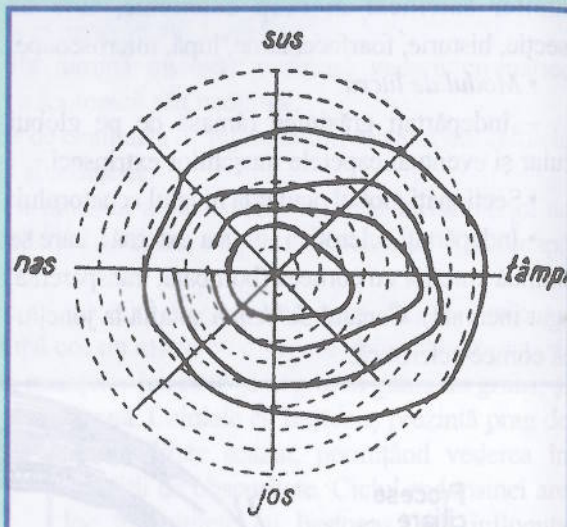
Experimentatorul cere elevului:

– să stea în poziţie verticală lângă tablă;

– să-şi acopere cu mâna ochiul drept;

– globul ocular să rămână nemişcat.

Experimentatorul trasează în prealabil pe tablă mai multe raze pornind din acelaşi punct:



Determinarea câmpului vizual al ochiului stâng.

– profesorul deplasează creta pe traseul unor raze (de la centru spre periferie) şi îi cere elevului să spună unde vede limita razei;

– profesorul marchează locul printr-un punct;

– se repetă operaţia pentru fiecare rază în parte;

– profesorul uneşte punctele obţinute, figurând astfel perimetrul câmpului vizual al ochiului stâng;

– solicităm doi elevi să repete experienţa pentru câmpul vizual al ochiului drept.

În concluzie, câmpul vizual este acea parte a spaţiului care poate fi văzută cu un singur ochi, care rămâne fix pe durata experienţei.

Analizatorul auditiv

Urechea internă conţine receptori auditivi – pentru auz – şi vetibulari – pentru echilibru.

Urechea externă este formată din pavilionul urechii (imobil şi cu reliefuri la om) şi din conductul auditiv extern, care ajunge la membrana timpanică.

Urechea medie (camera timpanică), săpată în stânca osului temporal, este plină cu aer. Camera timpanică are un perete extren, care prezintă un inel osos, pe care se inseră membrana timpanică, ce se află între urechea externă şi medie (fig. 5).

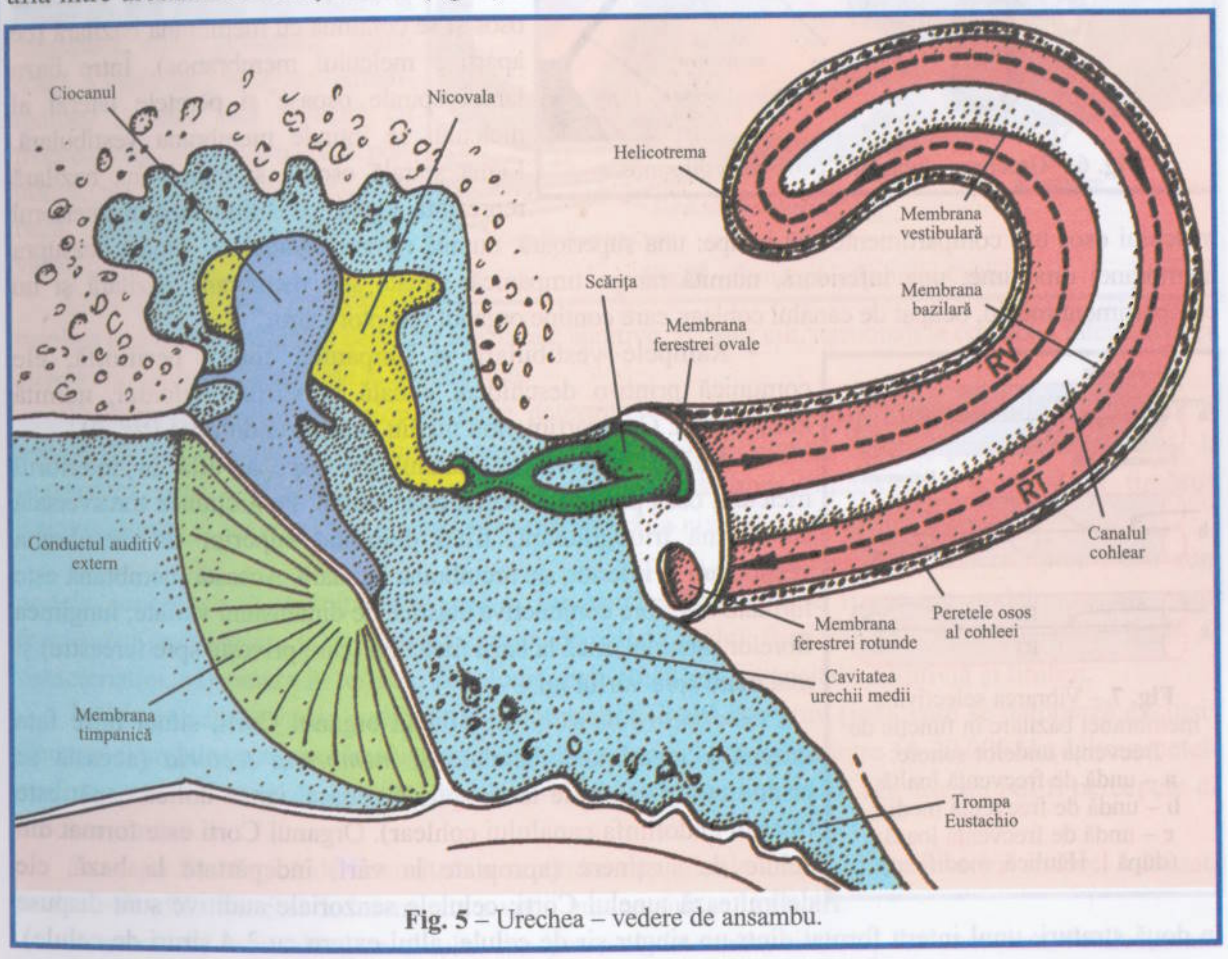


Fig. 5 – Urechea – vedere de ansambu.

Pe peretele intern se află membranele ferestrei ovale şi ale celei rotunde. Pe peretele anterior, cu aspect tubular, se află trompa Eustachio, care face legătura dintre camera timpanică şi faringe. Această comunicare menţine o presiune atmosferică constantă pe cele două feţe ale membranei timpanice. Urechea medie conţine un lanţ de trei oscioare (ciocan, nicovală şi scăriţă), care se interpun între membrana timpanică şi membrana ferestrei ovale.

Urechea internă este formată din labirintul osos (vestibulul osos, trei canale semicirculare osoase, melcul osos). În interior se află labirintul membranos, alcătuit din aceleaşi componente; conţine endolimfă, fiind scăldat la exterior de perilimfă.

• *Vestibulul osos* îl găzduieşte pe cel membranos, care este format din două vezicule suprapuse ce comunică între ele (utricula şi sacula). Cele trei canale semicirculare osoase se deschid în vestibulul osos;

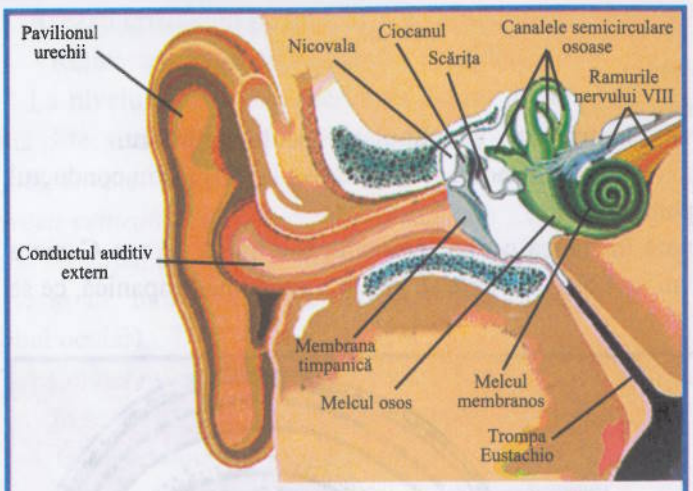


Fig. 6 – Urechea – labirintul osos și membranos.

cele membranoase, conținute în interi
deschid în utricule prin cinci extrem
dintre care trei sunt dilatate (ampular
două nedilatate (neampulare) (fig. 6).

• *Melcul osos* este format dintr-un
osos răsucit de două ori și jumătate în
axului, denumit columelă, de aspect coni
pe columelă se desprinde lama spirală os
care se întinde până la jumătatea mel
osos și se continuă cu membrana bazila
aparține melcului membranos). Între
lamei spirale osoase și peretele later
melcului se întinde membrana vestib
Lama spirală osoasă și membrana ba
reprezintă septul, ce delimitează în inte
melcului osos trei compartimente sau rampe: una superioară, numită rampa vestibulară, situată dea
membranei omonime; una inferioară, numită rampa timpanică, situată sub membrana bazilară
compartiment mediu, ocupat de canalul cohlear, care conține organul receptor Corti.

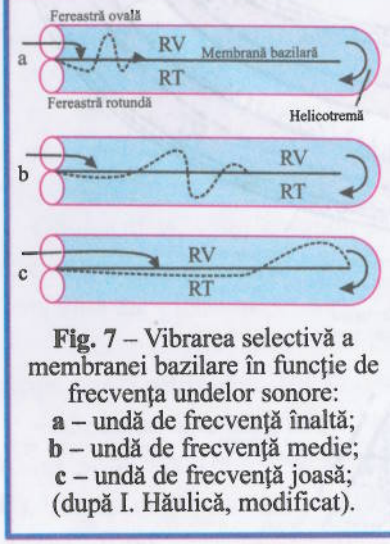


Fig. 7 – Vibrarea selectivă a membranei bazilare în funcție de frecvența undelor sonore:
a – undă de frecvență înaltă;
b – undă de frecvență medie;
c – undă de frecvență joasă;
(după I. Hăulică, modificat).

• Rampele vestibulară și timpanică conțin perilimfă
comunică printr-o deschidere situată în vârful melcului, n
helicotremă. Compartimentul mediu conține endolimfa (fig. 7).

• *Melcul membranos* (canalul cohlear) se află în inte
melcului osos pe care îl ocupă doar parțial. Pe secțiunea transv
are formă triunghiulară, fiind delimitat superior de mem
vestibulară și inferior, de membrana bazilară. Această membran
formată din fibre conjunctive elastice de dimensiuni variate; lung
fibrelor este mai mică la baza melcului (care privește spre fereas
mai mare spre vârful lui.

Receptorii auditivi se află în organul Corti, situat între
internă a membranei bazilare și *membrana tectoria* (aceas
prinde cu un capăt de lama spirală osoasă, iar al doilea capă
liber în endolimfa canalului cohlear). Organul Corti este forma
celule de susținere (apropiate la vârf, îndepărtate la bază
delimitează tunelul Corti; celulele senzoriale auditive sunt di
în două straturi: unul intern format dintr-un singur șir de celule, altul extern cu 3-4 șiruri de ce
Celulele auditive (mici, alungite) prezintă la polul apical cili rigizi, care străbat membrana retic
produsă prin secreția celulelor de susținere, iar vârful lor se inclavează în *membrana tectoria*. La
bazal ajung terminațiile dendritice ale protoneuronului căii auditive.

Calea auditivă este alcătuită din patru neuroni cu *protoneuronul* în ganglionul spiral Corti; de
se ramifică la polul bazal al celulelor auditive, iar axonul intră în componența ramurii cohleare a ne
VIII; *deutoneuronul* se află în nucleii cohleari ventrali din punte, axonii neuronilor din nucleul vent
încrucișează și formează corpul trapezoid; *al III-lea neuron* se află în coliculul inferior; *al IV-lea ne*
și ultimul, se află în corpul geniculat medial din metatalamus; axonul lui se proiectează în aria au
primară, situată în lobul temporal, pe fața superioară a girului temporal superior în apropierea ar
asociație (secundare).

Fiziologia analizatorului auditiv. Pavilionul captează undele sonore, conductul auditiv extern le conduce la membrana timpanică, care vibrează neselectiv. Sistemul de oscioare transmite vibraţiile timpanului la membrana fereastrei ovale, de unde sunt preluate de perilimfa din rampa vestibulară şi timpanică. Unda perilimfei generează o undă de propagare. Amplitudinea undelor este corelată cu frecvenţa lor, fiind mai mare în porţiunea membranei bazilare situată la baza melcului, şi mai mică spre vârful lui (fig. 8).

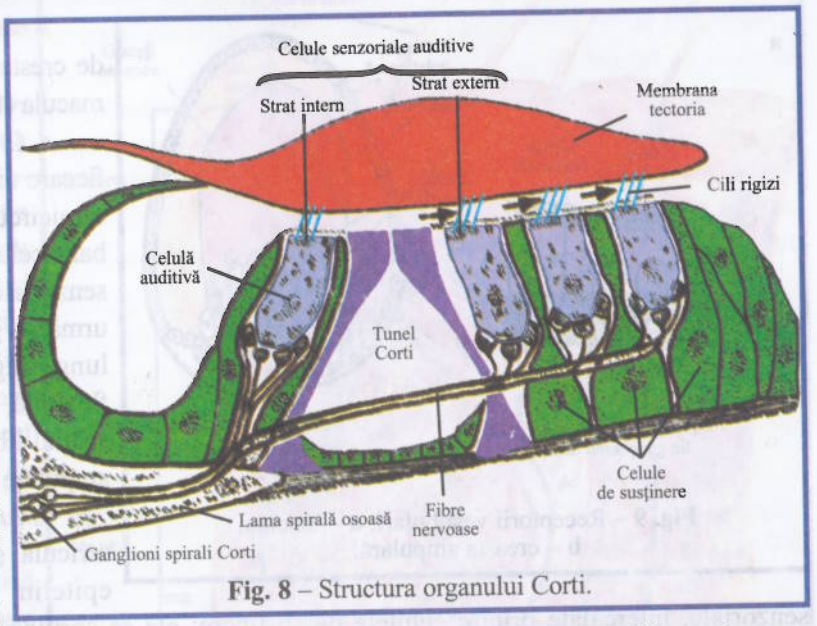


Fig. 8 – Structura organului Corti.

Deplasarea în sus a membranei bazilare antrenează mişcările celulelor senzoriale auditive, ai căror cili, tensionaţi la contactul intermitent cu *membrana tectoria*, se îndoaie în acelaşi sens.

Deformarea cililor celulelor auditive determină depolarizarea membranei celulelor auditive şi generarea potenţialului de acţiune, transmis sub formă de impuls nervos, prin calea auditivă, la segmentul central. Aria auditivă primară percepe înălţimea, intensitatea auditivă şi timbrul. Recunoaşterea şi interpretarea sunetelor se realizează la nivelul ariei de asociaţie.

Proprietăţile undelor sonore şi sunetelor. Stimulii adecvaţi ai organului receptor Corti sunt undele sonore cu o anumită frecvenţă şi intensitate. Proprietăţile fizice ale undelor sonore sunt: frecvenţa, intensitatea şi armonicele supraadăugate tonului fundamental. Sunetele au o serie de caracteristici, exprimate în termeni fiziologici prin: înălţime, intensitate auditivă şi timbru.

Înălţimea este senzaţia auditivă de sunet ascuţit (înalt) sau grav (jos), care se datorează exclusiv frecvenţei undelor sonore. Urechea umană percepe sunetele cuprinse între 16-20 000 Hz. Ultrasunetele au frecvenţa mai mare de 20 000 Hz, iar infrasunetele mai mică de 16 Hz. Ele nu pot fi percepute de urechea umană.

Senzaţia fiziologică de intensitate a sunetului depinde de amplitudinea undelor sonore, măsurată în decibeli (dB). Nivelul de intensitate a vocii umane ajunge la 60 dB.

Armonicele supraadăugate tonului fundamental determină timbrul, Recunoaştem vocile umane datorită timbrului diferit. Aria auditivă primară, datorită inhibiţiei de diferenţiere, poate recunoaşte timbrul vocii unei persoane.

Analizatorul vestibular

Analizatorul vestibular participă la menţinerea şi controlul echilibrului static şi dinamic al corpului. Rolul acestui analizator este de a furniza permanent informaţii centrilor nervoşi subcorticali şi, probabil, corticali, despre variaţia poziţiei corpului, variaţia acceleraţiei lineare şi angulare (mişcările de rotaţie a capului), ce declanşează reflexele statice (de postură şi redresare) şi statokinetice (ce asigură echilibrul în timpul mişcării). La această funcţie complexă participă, pe lângă receptorii vestibulari, cei vizuali, tactili şi proprioceptorii din muşchii striaţi scheletici.

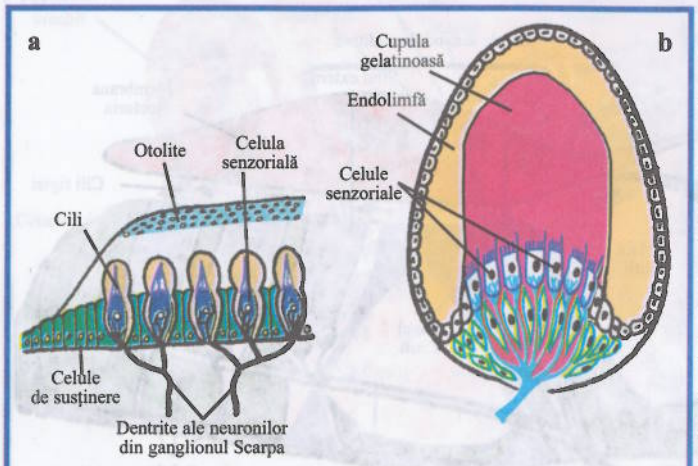


Fig. 9 – Receptorii vestibulari: **a** – macula; **b** – creasta ampulară.

Receptorii vestibulari sunt reprezentați de crestele ampulare și aparatul otolitic sau macula (fig. 9).

• *Crestele ampulare* (câte trei pentru fiecare ureche) se află în ampulele canalelor semicirculare membranoase. Ele conțin la bază celule de susținere, iar deasupra celule senzoriale. La polul apical al acestora din urmă se găsesc numeroși cili scurți și unul lung, înglobați într-o masă gelatinoasă, flexibilă, numită cupulă, lipsită de otoliți. În spațiul liber dintre cupulă și peretele crestei ampulare se află endolimfa.

• *Macula* ocupă o suprafață redusă din utriculă și saculă. Este alcătuită dintr-un epiteliu modificat, format din celule senzoriale, intercalate printre celulele de susținere; ele se sprijină pe o membrană bazală. La polul apical al celulelor senzoriale se găsesc cili, care se află în contact cu o masă gelatinoasă, ce conține otoliți (cristale microscopice de carbonat de calciu).

Calea vestibulară este alcătuită din trei neuroni: *protoneuronul* se află în ganglionul vestibular Scarpa; dendrita ajunge la receptorii vestibulari, iar axonul intră în componența ramurii vestibulare a nervului VIII; *deutoneuronul* se află în cei patru nuclei vestibulari din bulb și punte (de unde pleacă fibre aferente spre arhicerebel, măduva spinării și talamus); *al III-lea neuron* se află într-un nucleu de releu talamic, axonul lui proiectându-se în aria vestibulară, situată în partea posterioară a girului temporal superior.

Fiziologia analizatorului vestibular. Receptorii din crestele ampulare sunt stimulați de mișcările de rotație a capului în planul canalului respectiv. Rotația capului spre dreapta determină mișcarea canalului semicircular în jurul axului său. Curgerea endolimfei (lichid cu inerție mare) în canalul drept are loc spre ampulă, izbește creasta ampulară, cupula este deviată spre utriculă; cilii scurți ai celulelor senzoriale stimulați, se îndoaie spre cilul lung, respectiv în direcția de curgere a endolimfei. Are loc depolarizarea membranei celulelor senzoriale și astfel se generează potențiale de acțiune. După aproximativ 15-20 de secunde, cupula fiind elastică, revine la poziția de repaus (în mijlocul crestei ampulare).

În cazul mișcării rectilinii, receptorii maculari înregistrează variația acceleratiei lineare și gradul de înclinare a capului în condițiile accelerării sau încetinirii mișcării.

Rețineți că excitarea receptorilor vestibulari nu provoacă senzații, ci reflexe de redresare. Informațiile ajunse la neocortex determină o stare conștientă asupra poziției capului și corpului în spațiu.

Fiziologia analizatorului cutanat

Analizatorul cutanat conține receptorii tactili, termici, dureroși, de presiune și vibratorii, situați în piele. Aceștia recepționează variațiile energetice din mediul extern și transmit impulsurile nervoase astfel formate, prin căile ascendente medulare și prin fibrele unor nervi cranieni la ariile corticale corespunzătoare, contribuind la formarea senzațiilor tactile, termice, dureroase, de presiune etc.

Receptorii acestui analizator conferă tegumentului calitatea de organ de simţ (fig. 10).

Alte funcţii ale pielii sunt: de protecţie (constituie o barieră de apărare a organismului împotriva agenţilor patogeni şi a radiaţiilor solare); de excreţie (prin glandele sudoripare conţinute); de termoreglare (prin vasoconstricţia şi vasodilatarea capilarelor sanguine din tegument; prin evaporarea transpiraţiei creşte termoliza, iar datorită grosimii păturii adipoase se limitează acest proces); muşchii erectori ai firelor de păr îndeplinesc un rol secundar în termoreglare la om.

Sensibilitatea tactilă (protopatică şi epicritică) presională şi vibratorie are ca stimul comun: deformarea tegumentului (superficială pentru receptorii tactili şi profundă în cazul sensibilităţii presionale) şi stimulii rapid-repetitivi (în sensibilitatea vibratorie).

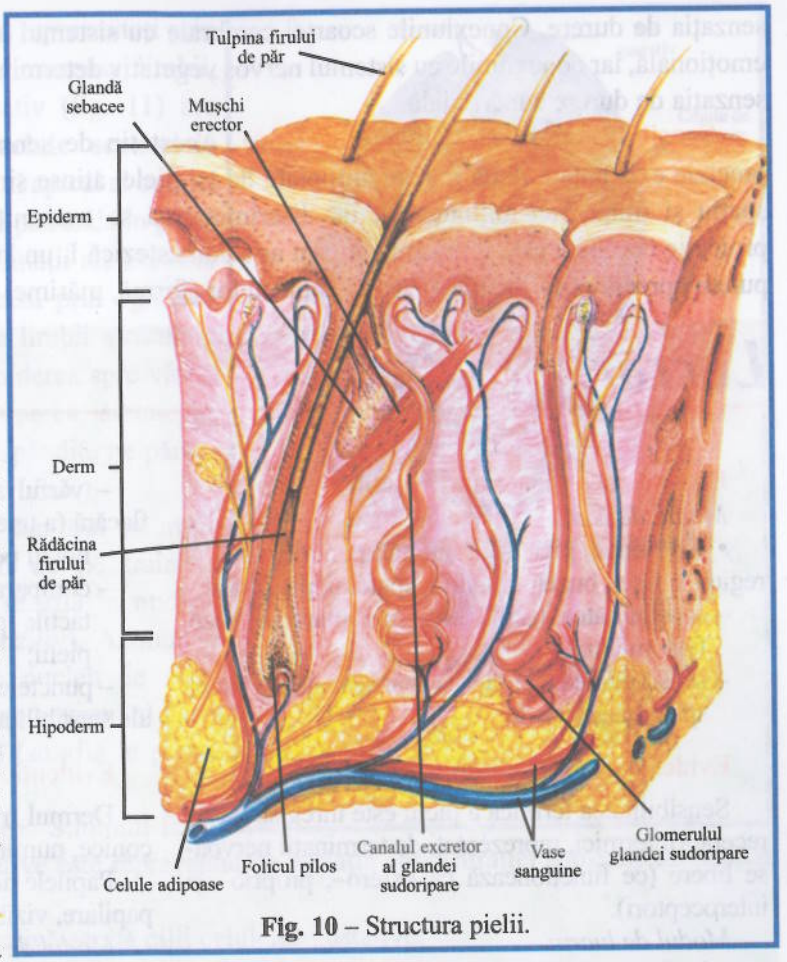


Fig. 10 – Structura pielii.

Sensibilitatea tactilă protopatică sau globală permite recunoaşterea atingerii uşoare a pielii cu un corp fizic (spre exemplu, un tampon de vată). Receptorii acestui tip de sensibilitate sunt sensibili la atingeri uşoare ale pielii, fiind stimulaţi de deformarea sa superficială. Calea de conducere este reprezentată de fasciculul spinotalamic anterior.

Sensibilitatea presională se datorează receptorilor răspândiţi în profunzimea dermului şi în hipoderm. Calea de conducere a sensibilităţii tactile protopatice şi de presiune este reprezentată de fasciculul spinotalamic anterior. În aria somestezică II din scoarţa cerebrală se formează senzaţii tactile protopatice nediscriminative, care permit aprecierea globală a punctelor atinse de pe tegument, în primul caz, şi senzaţii de presiune, în al doilea caz.

Sensibilitatea termică este înregistrată de receptorii termici, reprezentaţi prin terminaţiile nervoase libere, care sunt stimulate de variaţii ale temperaturii, în raport cu temperatura pielii; au un rol important în termoreglare. Sensibilitatea termică este condusă prin fasciculul spinotalamic lateral. În zona de proiecţie corticală (aria somestezică I, lobul parietal) se generează senzaţii de cald, de rece şi de durere asociată cu sensibilitatea termică. Senzaţia de durere declanşează reflexele de apărare, ce scot organismul de sub influenţa factorilor nocivi.

Sensibilitatea dureroasă superficială (cutanată). Receptorii durerii sunt reprezentaţi prin terminaţii nervoase libere din epiderm, cu o densitate ce variază în funcţie de teritoriu. Durerea cutanată este declanşată de orice stimul puternic (mecanic, termic, electric, chimic etc.) ce acţionează cu bruschete asupra tegumentului, producând leziuni. La locul de contact se eliberează o substanţă chimică, care constituie stimulul fiziologic al receptorilor de durere. În aria somestezică I, se formează

senzaţia de durere. Conexiunile scoarţei cerebrale cu sistemul limbic imprimă senzaţiei o coloratură emoţională, iar conexiunile cu sistemul nervos vegetativ determină apariţia unor manifestări ce însoţesc senzaţia de durere superficială.

Sensibilitatea tactilă fină (epicritică). Acest tip de sensibilitate ne permite să distingem cu precizie existenţa a două puncte apropiate de pe piele, atinse simultan, ca şi localizarea obiectelor în spaţiu şi timp. Sensibilitatea tactilă discriminativă se transmite prin calea spinobulbară. Zona de proiecţie corticală este reprezentată prin aria somestezică I, unde se formează senzaţii, pe baza cărora putem aprecia proprietăţile fizice ale obiectelor (formă, mărime) şi mişcarea (ca direcţie şi sens).

Lucrări practice

Evidenţierea sensibilităţii tactile protopatice

Modul de lucru

• Se atinge pielea cu un tampon de vată în regiunea feţei, buzelor, mâinii, spatelui, piciorului:
- sensibilitatea tactilă este mai mare la buze, faţă, mâini;
- sensibilitatea tactilă este mai scăzută pe pielea spatelui, piciorului.

Evidenţierea sensibilităţii termice

Sensibilitatea termică a pielii este înregistrată de receptorii termici, reprezentaţi de terminaţii nervoase libere (ce funcţionează ca extero–, proprio– şi interoceptori).

Modul de lucru:
- în două eprubete se pune apă la temperaturi diferite;
- experimentatorul atinge pielea unui elev la nivelul: feţei, pavilionului urechii, buzelor, mâinii, antebraţului;
- se cere elevului să aprecieze dacă eprubeta cu care a fost atins conţine apă caldă sau rece.

Evidenţierea sensibilităţii dureroase superficiale

Modul de lucru:
- explorarea pielii cu un ac foarte fin ne permite să evidenţiem punctele sensibilităţii dureroase;
- vârful acului se flambează, se trece printr-o flacără (a unei lămpi cu spirt, a aragazului);
- notaţi pe caiet observaţiile;
- comparaţi distribuţia punctelor de sensibilităţi tactile protopatice, termice şi dureroase ale pielii;
- punctele sensibilităţii dureroase coincid cu cele ale sensibilităţii tactile?

Evidenţierea amprentelor

Dermul trimite spre epiderm nişte proeminenţe conice, numite papile dermice.

Papilele ridică epidermul, formând astfel crestele papilare, vizibile pe degete, palme, tălpi.

Modul de lucru:
- degetul mare se introduce într-o tuşieră;
- prin apăsare pe o hârtie se formează amprenta digitală există şi amprentarea computerizată;
- amprentele digitale sunt importante în medicina legală (stabilirea paternităţii) şi criminalistică (prin amprentele lăsate la locul faptei);
- dispoziţia papilelor dermice este caracteristică fiecărei persoane. După vindecarea leziunilor profunde ale tegumentului, deci şi ale papilelor, acestea din urmă îşi reiau aspectul individual, caracteristic.

Analizatorul gustativ

Senzaţiile gustative îndeplinesc un rol important în selectarea preferenţială a hranei, în funcţie de necesităţile organismului şi de apetit. Simţul gustului ne informează asupra calităţii alimentelor introduse în cavitatea bucală, declanşând secreţiile digestive. Gustul contribuie la formarea comportamentului alimentar, important pentru menţinerea vieţii organismului.

Chemoreceptorii de contact sunt reprezentaţi prin mugurii gustativi, care se găsesc în mucoasa limbii, palatină, epiglotei. Un mugure gustativ (fig. 11) are formă ovoidă, este alcătuit din celule senzoriale gustative şi celule de susţinere. La polul apical al celulei gustative se află câte un microvil, care pătrunde în porul gustativ iar la polul bazal se află terminaţii ale nervilor VII, IX, X. Mugurii gustativi formează prin agregare papile gustative: caliciforme (la baza limbii alcătuiesc prin aşezare un „V" lingual, cu deschiderea spre vârful limbii); fungiforme (în formă de ciupercă, situate pe marginile şi vârful limbii); foliate (răspândite pe părţile posterioare ale limbii, ca nişte cute verticale).

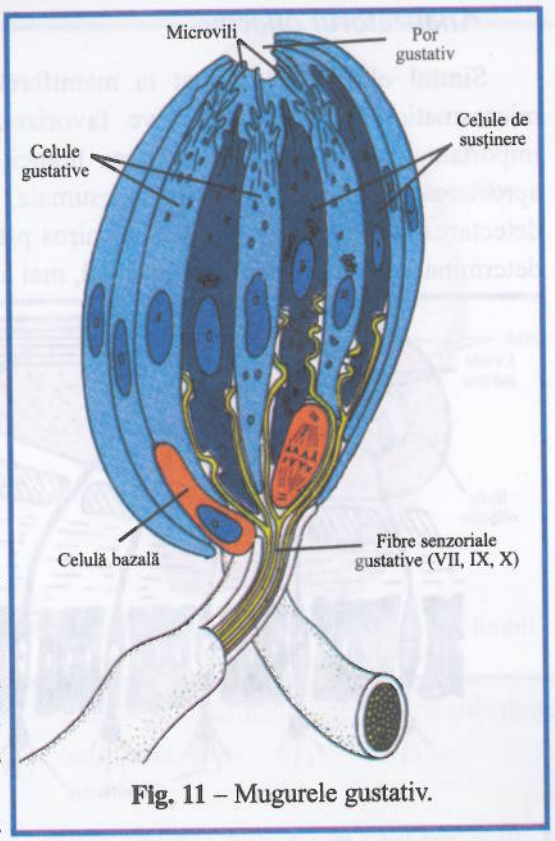


Fig. 11 – Mugurele gustativ.

Calea gustativă este alcătuită din trei neuroni. Protoneuronul se află în ganglionii de pe traiectul nevilor VII, IX, X. Deutoneuronul se află în nucleul tractului solitar din bulb (nucleu senzitiv). Axonul se încrucişează, apoi urcă până la un nucleu de releu talamic, unde face sinapsă cu al treilea neuron, al cărui axon se proiectează în aria gustativă (se află în partea inferioară a girului postcentral).

Fiziologia analizatorului gustativ. Stimulul fiziologic pentru celulele senzoriale gustative este reprezentat de variaţia concentraţiei substanţelor sapide din salivă.

Substanţele sapide dizolvate în salivă excită cilii celulelor gustative;
– membrana cilului absoarbe substanţa sapidă;
– se modifică permeabilitatea membranei celulei gustative pentru ionii de Na;
– membrana celulei gustative se depolarizează;
– se generează un potenţial de acţiune (impuls nervos).

Adaptarea receptorilor gustativi se produce sub influenţa unui stimul gustativ continuu, în timp scurt (2-3 secunde) pentru substanţele sărate şi dulci. Sensibilitatea gustativă se restabileşte complet după adaptare (câteva secunde pentru gustul sărat şi mai încet pentru gustul amar). În timpul adaptării gustative stimulul persistă, în schimb senzaţia gustativă dispare pentru stimulul aplicat, dar se intensifică pentru ceilalţi stimuli gustativi.

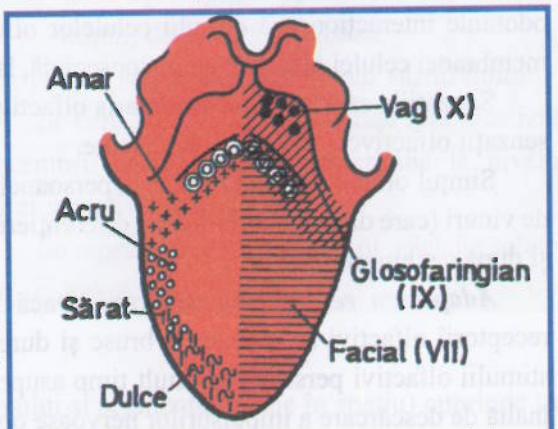


Fig. 12 – Distribuţia receptorilor gustativi pe suprafaţa limbii, în funcţie de calitatea stimulului.

Senzaţiile gustative sunt primare sau fundamentale: dulce, sărat, acru şi amar (fig. 12). Din combinarea în diferite proporţii a celor patru tipuri de senzaţii gustative primare, omul poate distinge câteva sute de gusturi. Reprezentarea receptorilor gustativi pe mucoasa lingvală (prezentată la lucrări practice) este în funcţie de calităţile stimuluilui.

Analizatorul olfactiv

Simţul olfactiv, dezvoltat la mamiferele macrosmatice, este redus la om, acesta fiind de microsmatic. Senzaţiile olfactive favorizează comportamentul alimentar, întrucât joacă un r important în procurarea şi alegerea hranei. Simţul olfactiv, alături de cel gustativ, contribuie aprecierea calităţii alimentelor consumate, declanşând reflexe digestive secretorii şi permiţâ detectarea substanţelor odorante cu miros plăcut, ca şi a celor nocive. De asemenea, este esenţial determinarea comportamentului sexual, mai ales la animale.

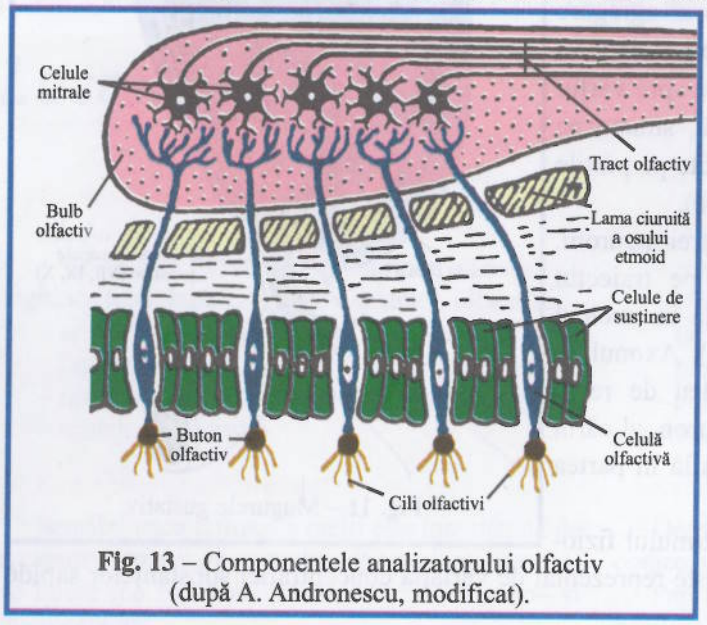


Fig. 13 – Componentele analizatorului olfactiv (după A. Andronescu, modificat).

Chemoreceptorii de distanţă su situaţi în mucoasa olfactivă ce căptuşeşe lama ciuruită a osului etmoid, partea sup rioară a septului nazal, cornetul nazal sup rior. Epiteliul mucoasei olfactive es format din celule nervoase (neuro bipolari) şi celule de susţinere. Neuron bipolari reprezintă receptorul şi prot neuronul căii. Dendrita neuronului s termină cu un buton olfactiv, din ca pleacă cili olfactivi (fig. 13).

Calea olfactivă este formată din d neuroni. Protoneuronul se află în mucoas olfactivă, iar axonii formează nerv olfactivi, care străbat lama ciuruită a osul etmoid, intră în cutia craniană şi s îndreaptă spre bulbul olfactiv, unde fac sinapsă cu deutoneuronul căii. Axonii deutoneuronil formează tractul olfactiv.

Ariile olfactive. Tractul olfactiv se termină în aria olfactivă primară (situată în sistemul limbic conectată cu aria entorinală (de asociaţie), care se află la graniţa dintre sistemul limbic şi neocortex.

Fiziologia analizatorului olfactiv. Substanţele odorante conţinute în aerul inspirat ajung în parte superioară a foselor nazale, unde se dizolvă în mucusul de la suprafaţa mucoasei olfactive. Substanţel odorante interacţionează cu cilii celulelor olfactive (neuroni bipolari), ceea ce duce la depolarizare membranei celulei olfactive şi, în consecinţă, la generarea potenţialelor de acţiune (impulsuri nervoase)

Senzaţiile care se formează în aria olfactivă primară sunt grosolane iar cele din aria entorinală sun senzaţii olfactive – plăcute şi neplăcute.

Simţul olfactiv este dezvoltat la persoanele care lucrează în industria parfumurilor, la degustători de vinuri (care datorită inhibiţiei de diferenţiere recunosc vinurile după soiul viţei de vie din care provi şi după vechime).

Adaptarea receptorilor olfactivi. Dacă interacţiunea dintre particulele substanţei odorante ş receptorii olfactivi se realizează brusc şi durează puţin, perceperea mirosurilor este mai bună. Dac stimulii olfactivi persistă mai mult timp asupra receptorilor olfactivi, aceştia răspund iniţial cu o rat înaltă de descărcare a impulsurilor nervoase olfactive, pentru ca ulterior rata să scadă progresiv până l dispariţie. Aceasta reprezintă adaptarea receptorilor olfactivi, care se realizează într-un timp scu pentru un anumit miros.

Lucrări practice

Harta gustului

Materialul de lucru: sticluțe cu soluții de zahăr, sare de bucătărie, acid acetic, ceai de pelin, tampoane mici de vată și patru pense, patru pahare.

Modul de lucru al profesorului cu elevul care s-a oferit pentru realizarea experienței:

Se îmbibă tamponul în soluție de zahăr:

– se aplică în zona mediană a limbii;

– apoi pe marginile limbii, de la bază spre vârf;

– elevul indică de fiecare dată senzația gustativă resimțită în aria gustativă și proiectată pe o anumită zonă a limbii.

Se repetă experiența și pentru celelalte soluții.

Rețineți:

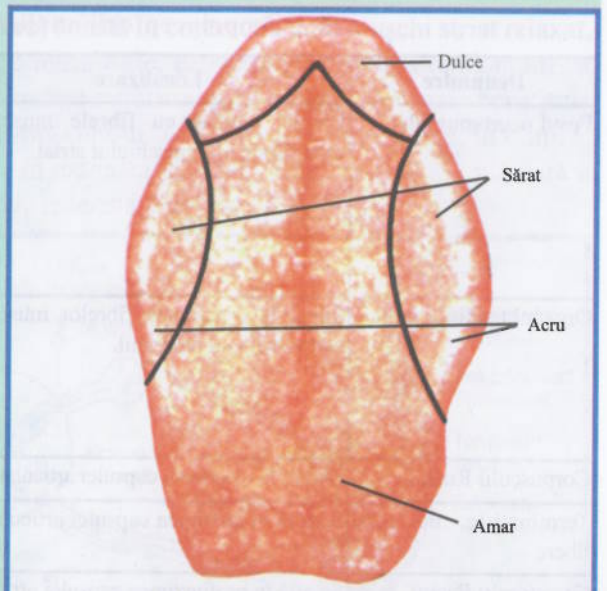
• Mugurii gustativi sunt răspândiți pe limbă în funcție de calitățile stimulilor:

– astfel, vârful limbii este sensibil la dulce;

– marginile laterale ale limbii sunt sensibile la sărat și acru;

– baza limbii este sensibilă la amar.

Prin experiența efectuată se pune în evidență distribuția topografică a mugurilor gustativi.



Zone de percepție a gustului pe suprafața limbii (după C. Th. Niculescu, modificat).

Recunoașterea diferitelor substanțe după miros

Materialul de lucru: trei sticluțe cu eter, benzen, acetonă, fructe cu o anumită aromă (măr, pară).

Modul de lucru:

• Se scoate dopul pe rând de la cele trei sticluțe și se cere elevului să identifice după miros substanța odorantă:

– se solicită altui elev să mănânce un fruct și să precizeze dacă îi simte aroma.

– Explicați mecanismul identificării substanțelor după miros.

– Explicați mecanismul degustării substanțelor alimentare.

Recunoașterea diferitelor substanțe după gust

Materialul de lucru: patru vase Berzelius ce conțin soluții de glucoză, NaCl, acid acetic și chinină, tampoane de vată și patru pense.

Modul de lucru:

• Se îmbibă un tampon de vată în soluție de glucoză:

– se aplică pe limbă în zona mediană;

– se trece tamponul pe marginile laterale ale limbii, de la vârf spre bază;

– apoi se șterge cu tamponul vârful limbii.

Se cere elevului să spună unde sunt localizați receptorii care, stimulați, determină la nivelul ariei gustative senzația de sărat.

Se repetă experiența și pentru celelalte soluții, cu alți trei elevi.

Analizatorul kinestezic

Analizatorul kinestezic (al poziției și mișcării corpului și segmentelor sale în spațiu) cuprinde trei segmente.

Proprioceptorii reprezintă segmentul periferic al analizatorului kinestezic. Ei se află în mușchii striați, la joncțiunea mușchi-tendon și în capsulele articulare (tabelul I).

Proprioceptorii analizatorului kinestezic ***Tabelul I***

Denumire	Localizare	Stimulare - rol
Fusul neuromuscular	Dispus paralel cu fibrele musculare extrafusale ale muşchiului striat.	• Este stimulat prin întinderea pasivă sau rapidă a fibrelo musculare intrafusale cu terminaţii primare, în condiţ naturale (stimulul este reprezentat prin forţa de gravitaţie şi experimentale (lovirea tendonului muşchiului relaxat c ciocanul de reflexe). • Deserveşte reflexul miotatic.
Organul tendinos Golgi	Situat la joncţiunea fibrelor musculare extrafusale cu tendonul.	• Este stimulat de creşterea bruscă a tensiunii în timpu contracţiilor rapide, cu intensitate mare. • Deserveşte reflexul de inhibare a contracţiei musculare • Inhibă contracţia unui muşchi pentru păstrarea integrităţ lui.
Corpusculii Ruffini	Situaţi la exteriorul capsulei articulare.	• Percep variaţiile de mişcare şi poziţia oaselor în articulaţie
Terminaţiile nervoase libere	Se află în grosimea capsulei articulare.	Înregistrează sensibilitatea dureroasă articulară.
Corpusculii Pacini	Se află în profunzimea capsulei articulare	Sunt sensibili la mişcare şi la modificările presiunii.

Segmentul intermediar este format din calea sensibilităţii proprioceptive conştiente (kinestezice) reprezentată prin fasciculul spinobulbar, iar calea sensibilităţii proprioceptive inconştiente (de reglar a tonusului muscular) este reprezentată de fasciculele spinocerebeloase (direct şi încrucişat), car informează paleocerebelul despre starea de tensiune a muşchilor din timpul contracţiilor musculare.

Segmentul central este situat în aria somestezică I din girul postcentral, primeşte fibre talamocortical ale fasciculului spinobulbar. La acest nivel are loc conştientizarea mişcării şi poziţiei corpului şi segmentelor sale în spaţiu. Unele fibre din această arie se termină în aria piramidală primară din giru precentral şi împreună formează aria senzitivo-motorie (de asemenea componentă a analizatorului).

Structura fusului neuromuscular. Fibrele musculare intrafusale sunt dispuse paralel cu fibrel musculare extrafusale. Fiecare fus este alcătuit din 2-10 fibre musculare intrafusale, modificat structural, acoperite de o capsulă conjunctivă. El prezintă o parte centrală necontractilă (ce conţin numeroşi nuclei) şi două extremităţi alungite contractile, ce se inseră cu un capăt pe tendon şi c celălalt pe fibra musculară extrafusală.

Inervaţia fusului este dublă: senzitivă şi motorie. Inervaţia senzitivă este asigurată de prelungiril periferice ale neuronilor somatosenzitivi din ganglionul spinal, care se termină în porţiunea centrală fibrelor musculare intrafusale. Fibrele senzitive prezintă terminaţii primare sau spiralate şi secundar sau „în buchet". Prelungirile centrale ale neuronilor somatosenzitivi fac sinapsă în cornul anterio medular cu motoneuronii alfa-tonici, care inervează fibrele musculare extrafusale. Inervaţia motorie fibrelor musculare intrafusale este asigurată de axonii neuronilor somatomotori gamma, care se termin prin plăci motorii, în porţiunile periferice contractile ale fibrelor musculare intrafusale. Activitate neuronilor gamma cu consecinţe în reglarea tonusului muscular este stimulată prin mesaje, ce soses prin fibrele fasciculelor extrapiramidale reticulospinale, şi inhibată prin fasciculele rubrospinale.

Fiziologia analizatorului kinestezic

Fiziologia acestui analizator se studiază pe baza conexiunii proprioceptorilor cu centrii nervoş subcorticali şi corticali, prin fibre ce aparţin unor căi ascendente medulare. Acestea sunt reprezentat de fasciculele: spinobulbar (care se continuă cu lemniscul medial şi se termină la nivelul cortical) ş spinocerebeloase (care se termină pe neuronii din scoarţa paleocerebelului).

Reflexul miotatic (*myos* = mușchi; *tasis* = întindere) constă în contracția unui mușchi striat relaxat, determinată de întinderea bruscă a fibrelor musculare intrafusale, provocată de lovirea tendonului de inserție cu ciocanul de reflexe. Întinderea fibrelor musculare intrafusale cu terminații primare constituie stimulul care va declanșa, pe cale reflexă, contracția mușchiului. Astfel se pun în evidență, în clinică, reflexele monosinaptice miotatice: r. rotulian (constă în extensia gambei), r. ahilian (flexia plantară a piciorului), r. bicipital (flexia antebrațului), r. tricipital (extensia antebrațului).

Arcul reflex miotatic cuprinde: calea aferentă reprezentată de fibrele senzitive aferente centrului reflex (terminațiile spiralate primare și cele secundare sau „în buchet"); centrul reflex, situat în cornul medular anterior, unde se află neuronul somatomotor alfa-tonic; calea eferentă, formată din axonul acestui neuron, care inervează fibrele musculare extrafusale prin plăci motorii (fig. 14).

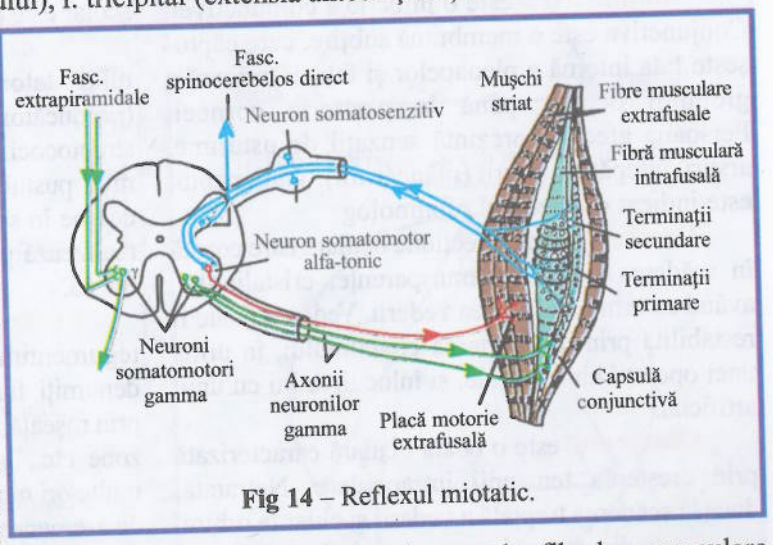


Fig 14 – Reflexul miotatic.

Deformarea tendonului mușchiului relaxat este produsă prin lovirea lui cu ciocanul de reflexe, constituind cauza întinderii mușchiului, cât și a fibrelor musculare intrafusale. Alungirea stimulează terminațiile primare ale fibrelor musculare intrafusale, potențialul de acțiune generat (impulsul nervos) este condus prin calea aferentă la centrul reflex. Impulsurile nervoase motorii conduse prin calea eferentă determină contracția rapidă a mușchiului striat, în condiții experimentale.

În condiții naturale, stimulul este reprezentat de forța de gravitație, iar terminațiile primare sunt excitate de întinderea pasivă a mușchiului striat. Contracția mușchiului striat este lentă. Reflexele miotatice stau la baza tonusului muscular. Pe fondul tonusului muscular se desfășoară reflexele de postură (menținerea poziției corpului în spațiu, în condiții statice și statokinetice), care se închid în trunchiul cerebral.

Noțiuni elementare de igienă și patologie

Pentru menținerea funcțiilor organelor de simț este necesară respectarea strictă a unor reguli de igienă.

Spălarea corpului – Baia generală sau dușul cu apă caldă și săpun este necesar măcar de două-trei ori pe săptămână; spălarea obligatorie pe mâini se face după fiecare folosire a W.C.-ului

Protecția ochiului – Nu se citește neîntrerupt și nu se stă ore în șir la computer fără să se facă pauze.

Spălarea urechii externe (pavilionul și conductul auditiv extern) menține pielea curată. Nu încercați să scoateți dopurile de cerumen din conductul auditiv extern cu obiecte ascuțite, ca să nu zgâriați sau infectați timpanul.

Igiena nazală zilnică – se menține îndepărtând impuritățile cu ajutorul unei scobitori înfășurate la un capăt cu puțină vată.

Igiena cavității bucale constă în periajul dinților și al limbii după fiecare masă sau măcar dimineața și seara.

La nivelul organelor de simț apar diferite afecțiuni, majoritatea infecțioase.

Herpesul este o infecție produsă de virusul herpetic. Un tip de virus provoacă herpesul labial (pe marginea buzelor și nărilor) și genital (care se repetă lunar, asemenea ciclului menstrual). Se manifestă prin senzație de înțepături dureroase,

apoi prin apariția de vezicule. Pe zona afectată se aplică o cremă grasă.

Un alt tip de virus herpetic afectează corneea. Netratat, duce la apariția unor macule (pete). Dacă pata este plasată pe direcția axului optic principal, poate duce la pierderea vederii la ochiul afectat.

Conjunctivita este o infecție a conjunctivei. Conjunctiva este o membrană subțire, care căptușește fața internă a pleoapelor și fața anterioară a globului ocular, până la periferia corneei. Persoana afectată prezintă senzații de usturime, arsuri, înțepături, prurit (mâncărimi). Tratamentul este indicat de medicul oftalmolog.

Cataracta este o afecțiune oculară care constă în scăderea treptată a transparenței cristalinului, având ca urmare scăderea vederii. Vederea poate fi restabilită prin îndepărtarea cristalinului, în urma unei operații chirurgicale, și înlocuirea lui cu unul artificial.

Glaucomul este o boală oculară caracterizată prin creșterea tensiunii intraoculare. Netratată, duce la scăderea treptată a vederii și chiar la orbire.

Otita din sezonul rece este o inflamație acută a urechii medii provocată de bacterii sau fungi. Simptomele constau în dureri, febră, lipsa poftei de mâncare, insomnii. Poate duce la scăderea auzului. Virozele căilor respiratorii superioare pot declanșa otite. A se evita automedicația. Este obligatorie prezentarea la medicul ORL-ist pentru instituire unui tratament corect.

Rinita acută este o infecție virală sau bacteriană, frecventă primăvara și toamna. Se manifestă prin secreție nazală și lacrimală abundentă, dureri de cap, stare subfebrilă. Prezentarea la medicul școlar este obligatorie.

Piodermitele reprezintă infecții ale tegumentului datorate unor agenți microbieni piogeni (producători de puroi), cel mai adesea stafilococi și streptococi. Se manifestă prin apariția fie a unor mici pustule, fie a unor bule cu un conținut care devine în scurt timp tulbure-purulent. Prevenția se realizează prin respectarea riguroasă a regulilor de igienă.

Micozele sunt infecții localizate la nivelul tegumentului, datorate unor agenți patogeni denumiți fungi. Micozele localizate se manifestă prin roșeață, mâncărime, căderea părului în anumite zone etc., iar cele generalizate sunt de cele mai multe ori mortale. Prevenirea micozelor presupune, de asemenea, respectarea regulilor de igienă.

Acneea este o afecțiune tegumentară caracterizată prin apariția unor papule sau comedoane localizate pe obraji, frunte și bărbie. Există două forme: una care apare la vârste foarte mici și una care apare la pubertate. Cauza nu este pe deplin cunoscută, fiind implicați factori hormonali și ereditari.

Test de evaluare. Întrebări structurate – să învățăm împreună sistemul nervos și analizatorul vizual

1. În vârfurile unui poligon sunt notați cu cifre romane nucleii motori ai nervilor cranieni, care reprezintă originea reală a fibrelor motorii ale nervilor citați.

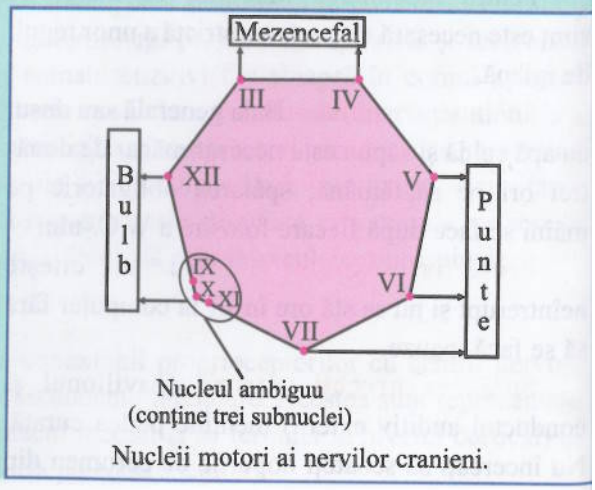
Răspundeți la următoarele întrebări:

a) Care este rolul nucleului ambiguu?

b) Care sunt nervii cranieni ce au în componență numai fibre motorii?

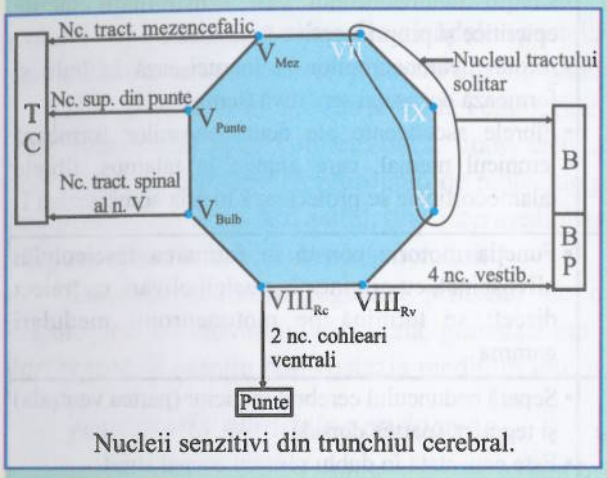
c) Care sunt nervii cranieni micști?

d) Câți nuclei motori ai nervilor cranieni se află în trunchiul cerebral?



Nucleii motori ai nervilor cranieni.

2. În vârfurile unui octogon sunt plasaţi nucleii senzitivi din trunchiul cerebral. Aceştia conţin deutoneuronii cu care fac sinapsă fibrele senzoriale şi senzitive ale nervilor cranieni.



Nucleii senzitivi din trunchiul cerebral.

Reţineţi:

– în jumătatea superioară a nucleului tractului solitar se află deutoneuronul căii gustative;

– cei patru nuclei vestibulari, în care se termină fibrele ramurii vestibulare a nervului VIII, conţin deutoneuronul căii vestibulare; aceştia se află în bulb şi punte;

– în nucleii cohleari ventrali din punte se termină fibrele ramurii cohleare a nervului VIII; aceştia conţin deutoneuronul căii auditive.

Răspundeţi la următoarele întrebări:

a) Câţi nuclei senzitivi se află în fiecare etaj al trunchiului cerebral?

b) Care este importanţa nucleilor cohleari?

c) Câţi nuclei senzitivi se află în bulb şi punte?

În schemele prezentate anterior s-a respectat numai localizarea nucleiilor, nu şi raportul lor de vecinătate.

3. În cele trei vârfuri ale unui triunghi echilateral este plasat câte un pigment fotosensibil (R, V, A).

În retină se află trei tipuri de celule cu con, fiecare conţinând câte un pigment fotosensibil pentru: roşu (R), verde (V) şi albastru (A).

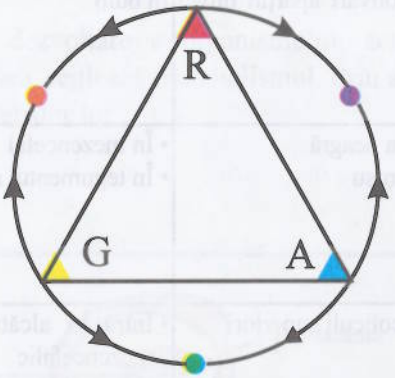
Răspundeţi la următoarele întrebări:

a) Ce culoare au cireşele crude?

b) Care este culoarea cerului senin?

c) Ce culoare au cireşele coapte?

Trei tipuri de celule cu con implicate în vederea cromatică.



Culori fundamentale *(triunghi)* şi complementare *(cerc)*.

4. Înscrieţi un triunghi echilateral într-un cerc. În vârfurile triunghiului plasaţi culorile fundamentale (roşu, galben şi albastru). Pe cerc treceţi, la distanţe egale, culorile complementare.

Răspundeţi la următoarele întrebări:

a) De ce poartă drumarii veste portocalii?

b) Care sunt culorile complementare?

c) Cum explicaţi formarea culorilor complementare?

5. Analizaţi tabelul alăturat privind localizarea şi funcţiile nucleilor proprii din trunch cerebral.

Denumirea nucleului	Localizarea	Funcţiile îndeplinite
Nucleul Goll-Burdach	În bulb	• Conţin deutoneuronul căii sensibilităţii tac epicritice şi proprioceptive kinestezice • Axonii deutoneuronilor se încrucişează în bulb formează decusaţia senzitivă (lemniscală) • Fibrele ascendente ale deutoneuronilor forme lemnicul medial, care ajunge în talamus, fibr talamocorticale se proiectează în aria somestezic
Nucleii olivari aparţin olivei bulbare	În bulb	• Funcţia motorie constă în formarea fasciculu olivospinal, cu originea în nucleii olivari, cu trai direct; se termină pe motoneuronii medul gamma
Substanţa neagră Nucleul roşu	• În mezencefal • În tegumentul mezencefalic	• Separă pedunculul cerebral în picior (partea ventra şi tegment (partea dorsală) • Este conectată în dublu sens cu corpul striat • Fasciculul rubrospinal inhibă activitatea mo neuronului gamma şi respectiv tonusul muscular
Cei doi coliculi superiori	• Intră în alcătuirea tectului mezencefalic • În şanţul longitudineal dintre coliculi se află epifiza	• Funcţia motorie – tectul mezencefalic constitu originea fasciculului extrapiramidal tectospinal • Funcţie reflexă – în coliculii superiori se închi reflexul oculocefalogir (de orientare vizuală sp sursa de lumină)
Cei doi coliculi inferiori	• Intră în alcătuirea tectului mezencefalic • Se află în mezencefal sub coliculii superiori, de care sunt separaţi printr-un şanţ transversal	• Funcţia senzitivă – coliculii inferiori conţin al treil neuron al cării auditive. • Originea aparentă a nervului IV se află sub colicul inferior. • Funcţia reflexă – coliculii inferiori reprezintă locul închidere a reflexului acusticocefalogir (de orienta auditivă spre sursa sonoră).
Nucleii inspiratori (din grupul inspirator dorsal – GRD)	• În substanţa reticulată bulbară se află în 1/2 inferioară a nucleului tractului solitar	• Automatismul neuronilor inspiratori din grup inspirator dorsal (GRD) generează spontan impulsu nervoase, descărcate în măduva spinării iar prin ner somatici, la muşchii inspiratori.
Centrii cardiovasculari	• Se află în substanţa reticulată bulbopontină	• În porţiunea mediană a centrului cardiovascul parasimpatic se închide reflexul depresor (scad ritmul cardiac şi tensiunea arterială).

Răspundeţi la următoarele întrebări:

a) În ce constă funcţia motorie a acestor nuclei?

b) Care dintre nuclei îndeplinesc funcţii senzitive?

c) Care este rolul acestor nuclei în reflexele necondiţionate somatice ce se închid în trunchiul cerebral

d) Unde se află a treia staţie a căii auditive?

e) Puteţi da exemple de nuclei care intervin în reglarea activităţii viscerale?

Sistemul endocrin

Sistemul endocrin este alcătuit din totalitatea glandelor endocrine ale căror celule secretoare produc hormoni, eliberaţi direct în mediul intern (sânge şi/sau limfă). Hormonii sunt secretaţi atât de celulele epiteliale endocrine din glandele specializate sau din mucoasa gastrointestinală, rinichi, cât şi de celulele nervoase neurosecretoare din hipotalamus şi medulosuprarenală.

Hormonul este un produs al celulei endocrine, care, odată eliberat în sânge, în cantităţi foarte mici, este transportat spre celulele-ţintă, unde este recunoscut şi fixat specific de către receptorii de membrană ai celulelor (reprezentaţi de molecule proteice). Hormonul transmite un mesaj chimic enzimelor celulare, inducând astfel, prin intermediul acestora, efecte metabolice. Celula-ţintă elaborează un răspuns specific la acţiunea hormonului.

Sistemul endocrin reglează procesul de creştere şi dezvoltare a organismului, activităţile fiziologice: cardiovasculară, renală, gonadală etc. De asemenea, reglează metabolismul. Prin acţiunile lor, hormonii menţin homeostazia mediului intern şi a parametrilor lui.

Topografia glandelor endocrine

Topografia glandelor endocrine este redată în fig. 1.

În regiunea craniană se află două glande-nepereche (hipofiza şi epifiza).

Hipofiza sau glanda pituitară este situată la baza encefalului, într-o depresiune osoasă (şaua turcească) a osului sfenoid. Epifiza se află în şanţul dintre colicului superiori.

Tiroida, glandă endocrină-nepereche, se află pe faţa anterioară a gâtului, în treimea inferioară a laringelui. Este cea mai voluminoasă glandă endocrină din organism, de forma majusculei „H", alcătuită din doi lobi laterali, legaţi printr-o porţiune transversală, numită istm.

Glandele paratiroide se află în afara capsulei conjunctive a glandei tiroide, aşezate câte două pe faţa posterioară a lobilor tiroidei, la cei doi poli, astfel explicându-se denumirea lor (*para* = lângă).

Pancreasul endocrin este o glandă voluminoasă, cu formă alungită, aşezată în cavitatea abdominală. Este alcătuit din: cap (situat în concavitatea formată de duoden), corp şi coadă, care se prinde de splină printr-un ligament.

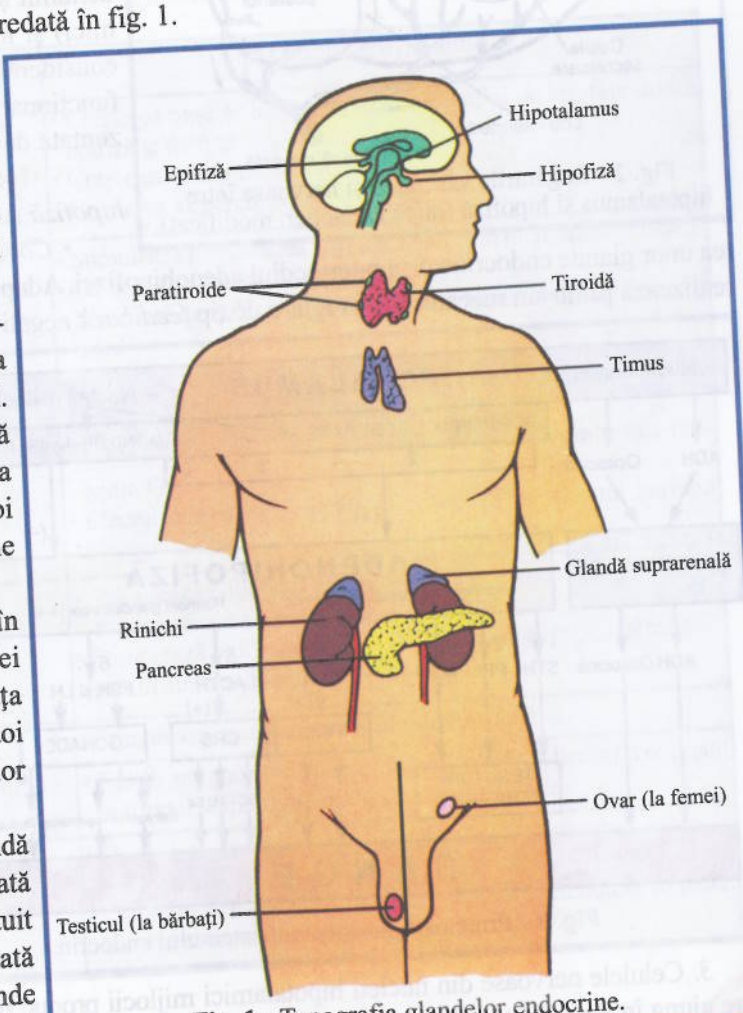


Fig. 1 - Topografia glandelor endocrine.

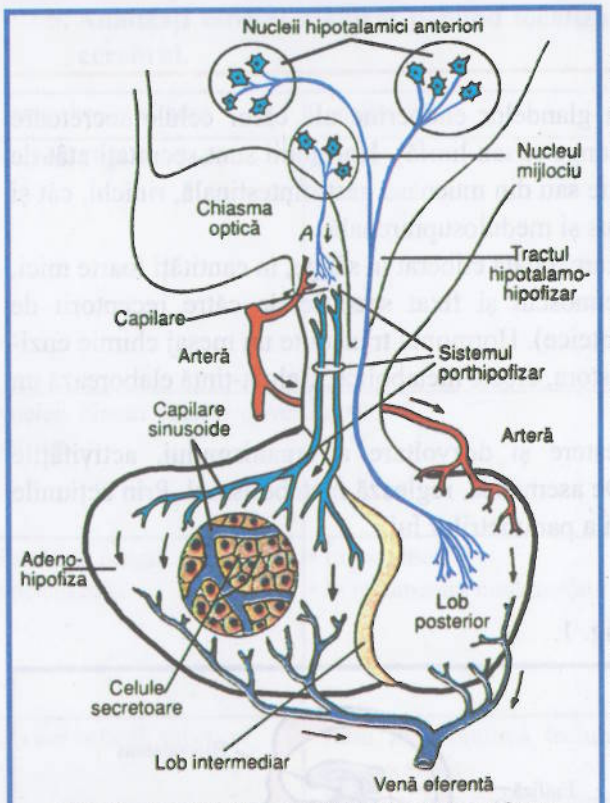


Fig. 2 - Legăturile vasculare şi nervoase între hipotalamus şi hipofiză (după H. Netter, modificat).

Glandele suprarenale sunt situate deasupra polului superior al fiecărui rinichi. Au formă de coif şi prezintă la exterior corticosuprarenala, iar spre interior, medulosuprarenala.

Timusul (din grecescul *timos* = frunză de pin) este situat în cavitatea toracică, şi anume în mediastin, retrosternal (îndărătul osului stern).

Epifiza (glanda pineală) este situată pe faţa posterioară a trunchiului cerebral, în şanţul longitudinal dintre coliculii superiori. Împreună cu nucleii habenulari formează epitalamusul (parte componentă a diencefalului).

Hipofiza (glanda pituitară)

Glanda, de formă ovoidă şi în greutate de circa 1 g, este alcătuită din trei lobi: anterior (voluminos), denumit şi adenohipofiză, posterior (de dimensiuni mici) şi intermediar (redus la om). Actualmente se consideră că lobul intermediar aparţine structural şi funcţional adenohipofizei. Secreţia lui este reprezentată de hormonul melanocitostimulator – MSH.

* **Model operaţional.** *Conexiunile hipotalamus-hipofiză* sunt prezentate în fig. 2.

• *Competenţă.* Hipotalamusul reglează activitatea unor glande endocrine prin intermediul adenohipofizei. Adaptarea permanentă a activităţii endocrine se realizează printr-un mecanism de reglare de tip *feed-back* negativ (fig. 3).

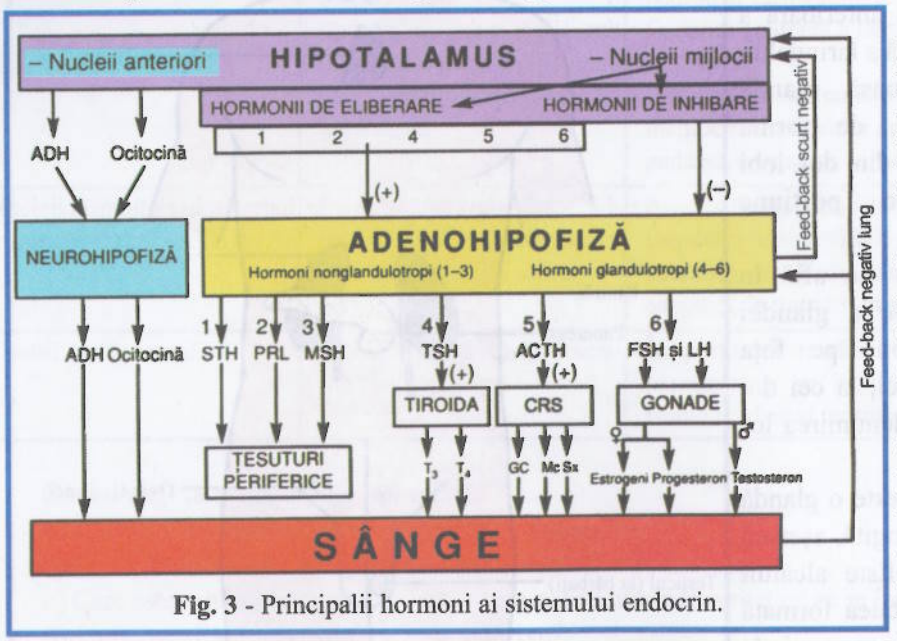


Fig. 3 - Principalii hormoni ai sistemului endocrin.

Pentru o mai bună înţelegere a legăturii directe a hipotalamusului cu glanda pituitară şi a reglării secreţiei hormonale, ne vom folosi simultan de figurile nr. 2 şi 3.

1. Se văd componentele hipofizei, hipotalamusului şi tijei pituitare (care conectează hipotalamusul cu hipofiza).

2. Tija pituitară este alcătuită din vasele sistemului porthipofizar – capilare – vene – capilare (descoperit de Gr.T. Popa şi U. Fielding în anul 1930) şi tractul hipotalamo-hipofizar.

3. Celulele nervoase din nucleii hipotalamici mijlocii produc neurosecreţii reprezentate prin hormoni care ajung în *eminenţa mediană* (o formaţiune situată la baza hipotalamusului), fiind eliberate în capilarele

sistemului porthipofizar, ce se continuă cu două vene portale, care se capilarizează la nivelul adenohipofizei. Hormonii de eliberare/inhibare stimulează sau inhibă secreţia de hormoni adenohipofizari.

4. Sensul de circulaţie a sângelui bogat în neurosecreţii este hipotalamus → adenohipofiză (conexiune directă). O mică parte din sângele ce irigă adenohipofiza circulă în sens invers, spre baza hipotalamusului (conexiune inversă). Ca răspuns la stimulul hipotalamic, adenohipofiza sintetizează hormoni glandulotropi sau tropi (4-6). Dacă creşte concentraţia unui hormon trop, prin *feed-back* negativ scurt este inhibată secreţia hormonului de eliberare respectiv.

Hormonii nonglandulotropi (1-3) acţionează direct asupra ţesuturilor, iar cei tropi, asupra glandelor periferice (tiroida, corticosuprarenala – CSR – şi gonadele). Fiecare glandă periferică secretă hormoni proprii.

5. Hipotalamusul (prin hormonii de eliberare) stimulează secreţia glandelor periferice prin intermediul hormonilor tropi.

Hormonii adenohipofizei nonglandulotropi acţionează direct asupra ţesuturilor periferice iar cei glandulotropi, asupra unor glande endocrine, reglându-le activitatea secretorie.

Hormonii nonglandulotropi sunt reprezentaţi prin: somatotrop (STH), numit şi hormon de creştere, prolactină (PRL) şi melanocitostimulator (MSH). Rolul lor este redat în tabelul I.

Rolul hormonilor nonglandulotropi ***Tabelul I***

Denumirea hormonului	Procesul influenţat	Acţiunile hormonului
Somatotrop (STH)	Creşterea organismului	• Creşterea oaselor lungi pe baza cartilajului de creştere dintre epifiză şi diafiză. • Creşterea masei musculare. • Creşterea viscerelor.
	Metabolismul protidic	• Stimulează pătrunderea aminoacizilor prin membrana celulară. • Stimulează sinteza de proteine. • Menţine bilanţul azotat pozitiv (scade eliminarea azotului prin urină).
	Metabolismul glucidic	• Inhibă pătrunderea glucozei prin membrana celulei adipoase şi musculare. • Inhibă glicoliza (degradarea glucozei în absenţa sau prezenţa O_2). • Efectul constă în creşterea glicemiei (STH este un hormon hiperglicemiant).
	Metabolismul lipidic	• Stimulează eliberarea în sânge a acizilor graşi liberi (AGL) din depozitele adipoase. • Stimulează oxidarea AGL cu eliberare de energie (folosită pentru sinteza de proteine).
Prolactina (PRL)	Glandele mamare	• Stimulează secreţia lactată în timpul alăptării.
	Activitatea gonadelor	• Efecte antigonadotrope (inhibă maturarea foliculului ovarian; în timpul alăptării mamele nu rămân gravide).
Melanocitostimulator (MSH)	Coloraţia pielii	• Hormonul melanocitostimulator (MSH) determină coloraţia pielii la peşti, amfibieni şi reptile; la om este determinată genetic. • La om determină redistribuirea celulelor melanofore în piele şi, prin aceasta, hiperpigmentarea ei.

Hormonii glandulotropi sunt reprezentaţi de: tirotropină (TSH) – stimulează creşterea şi sec glandei tiroide; corticotropină (ACTH) – stimulează secreţia corticosuprarenalei; hormonii gonado sunt foliculinostimulant (FSH) şi luteinizant (LH). Rolul lor este prezentat la sistemul reproducăt

Hormonii lobului posterior hipofizar. Neurosecreţiile produse de celulele nervoase ale nuc hipotalamici anteriori sunt reprezentate de hormonii ADH şi ocitocină. Terminaţiile axonilor amie formează tractul hipotalamo-hipofizar. Rolul tractului este: de a realiza legătura directă dintre hipotal şi lobul posterior; de a transporta şi depozita cei doi hormoni în terminaţiile axonilor. De aici hormonii eliberaţi în sânge în funcţie de necesităţi. Acţiunile lor pot fi urmărite în tabelul II.

Acţiunile fiziologice ale ADH şi ocitocinei ***Tabel***

Denumirea hormonului	Acţiunea hormonului
Antidiuretic (ADH)	• Stimulează reabsorbţia facultativă a apei la nivelul tubului contort distal (componentă a tubului urinifer); are rol în menţinerea echilibrului hidric. • Efectul vasopresor al ADH (vasopresinei) se manifestă prin creşterea ten arteriale, determinată de constricţia arteriolelor. • Acest efect compensează scăderile TA care apar, de exemplu, în hemoragie.
Ocitocină	• Stimulează contracţia uterului în perioada travaliului; efectul constă în dila colului uterin şi expulzia fătului. • Stimulează expulzia laptelui din glanda mamară în canalele galactofore, în ti suptului. • Şterge memoria dureroasă legată de actul naşterii.

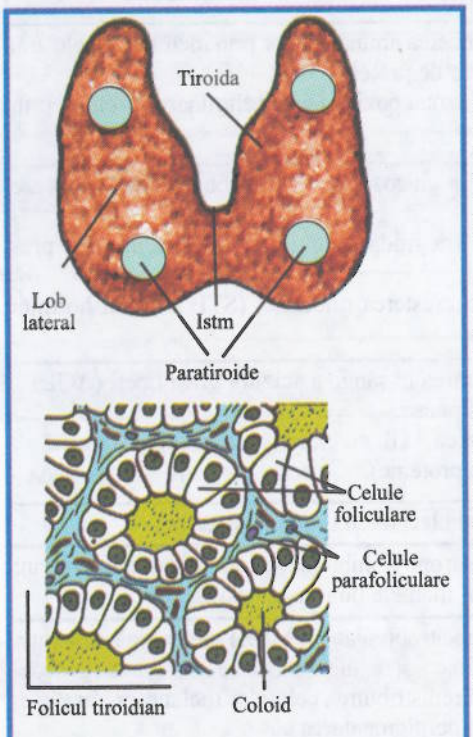


Fig. 4 - Tiroida: **a** - morfologie; **b** - folicul tiroidian hipersecretant.

Tiroida

Tiroida este cea mai voluminoasă glandă din organ cu greutate de 20-30 g şi volum variabil în funcţie de vârstă, starea fiziologică a organismului. Cei doi laterali sunt alcătuiţi din foliculi tiroidieni, între ca află celule care secretă hormonul calcitonină.

Foliculul tiroidian este format din celule folic (epiteliale), care delimitează o cavitate plină cu coloi lichid vâscos (fig. 4).

Celulele foliculare secretă coloidul şi pro tiroglobulină, în a cărei structură se află aminoa tirozina. Aceasta, prin iodinare (cu trei sau patru ato iod), formează hormonii tiroidieni: triiodotironina (T tetraiodotironina (T_4) sau tiroxina. Hormonii tiroidie detaşează de proteină, fiind eliberaţi în capilarele de s ce înconjoară foliculul tiroidian. Celulele parafolic secretă calcitonina. Vascularizaţia tiroidei este f bogată.

Urmăriți acțiunile hormonilor tiroidieni în tabelul III.

Acțiunile fiziologice ale hormonilor tiroidieni *Tabelul III*

Procesul influențat	Acțiunile hormonilor tiroidieni
Metabolismul energetic	• Hormonii tiroidieni cresc consumul tisular de O_2 de către celulele metabolic active; efectul este calorigen. • Cresc metabolismul bazal.
Metabolismul glucidic	• Stimulează absorbția glucozei la nivelul intestinului subțire. • Cresc pătrunderea glucozei prin membrana celulară. • Intensifică glicoliza (degradarea glucozei în absența sau prezența O_2) cu eliberare de energie. • La nivelul ficatului stimulează enzimele, care convertesc glicogenul în glucoză, eliberată de către ficat în circulație. • În final T_3 și T_4 au acțiune hiperglicemiantă (cresc glicemia).
Metabolismul protidic	• T_3 și T_4 stimulează sinteza de proteine numai în perioada de creștere. • T_3 și T_4 stimulează catabolismul proteinelor la adult. • Bilanțul azotat devine negativ la adult și în hipertiroidismul accentuat.
Procesele de creștere	• T_3 și T_4 stimulează creșterea și diferențierea celulară.
Metabolismul lipidic	• Stimulează lipoliza trigliceridelor (TG). • Efectul constă în creșterea concentrației AGL în plasma sângelui. • Favorizează sinteza colesterolului în celulele hepatice. • Stimulează mecanismele hepatice de înlăturare a colesterolului din circulație, prevenind astfel ateroscleroza (fac excepție cei cu hipotiroidism).

Pancreasul endocrin

Pancreasul este o glandă mixtă, cu secreție exocrină (sucul pancreatic) și endocrină (hormonii secretați de celulele insulelor Langerhans).

Pancreasul endocrin al adultului conține circa un milion de insule mici, de formă sferică, alcătuite din celule secretorii, înconjurate de capilare sanguine (fig. 5).

Celulele B, dispuse spre centrul insulei, reprezentând 75% din totalul celulelor endocrine, secretă insulina. Celulele A (25%), situate spre periferia insulei, secretă glucagonul.

Insulina a fost descoperită de savantul român Nicolae I. Paulescu, în anul 1921, dar recunoașterea științifică și Premiul Nobel au fost acordate un an mai târziu lui Banting și Best, doi fiziologi americani. Recent, Comitetul Nobel a recunoscut întâietatea descoperirii lui Nicolae I. Paulescu.

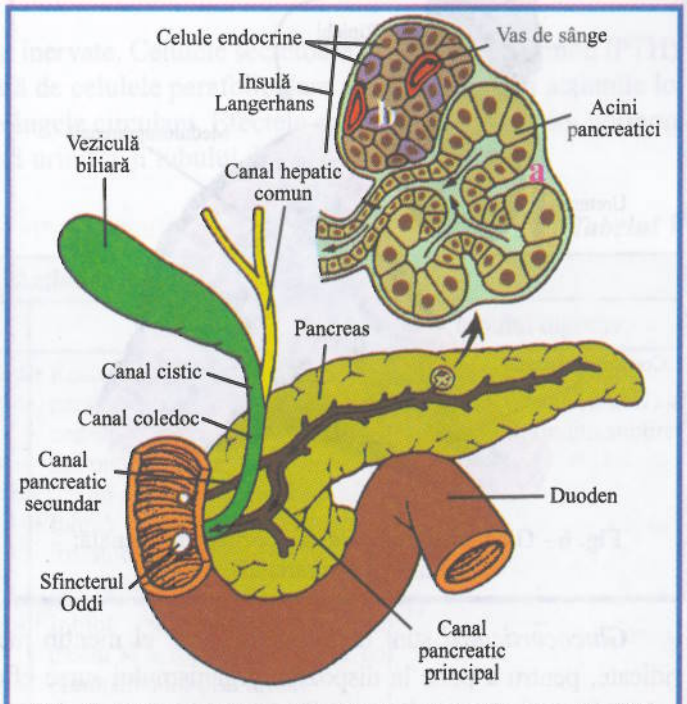


Fig. 5 - Pancreasul: **a** - exocrin; **b** - endocrin, organizat în insule Langerhans.

Observaţi acţiunile metabolice ale insulinei şi glucagonului în tabelul IV.

Acţiunile metabolice ale insulinei şi glucagonului ***Tabelul***

Tipul de metabolism	Insulina	Glucagonul
Glucidic	• Hormon hipoglicemiant: – stimulează activitatea enzimelor care convertesc excesul de glucoză în glicogen (glicogenogeneză hepatică); – stimulează glicoliza (degradarea glucozei) în absenţa O_2), cu eliberare de energie.	• Hormon cu efect puternic hiperglicemia – stimulează enzimele care converte glicogenul din celula hepatică în gluc (glicogenoliză); – eliberează glucoza din ficat în circula sistemică. • Stimulează gluconeogena (sinteza glucoză din produşi neglucidici).
Protidic	• Stimulează transportul aminoacizilor prin membrana celulară. • Stimulează sinteza de proteine.	• Inhibă sinteza de proteine. • Creşte excreţia de azot (scade bilanţul azot
Lipidic	• Stimulează transportul glucozei prin membrana celulei adipoase; • Favorizează transformarea glucozei în acizi graşi liberi şi trigliceride (consumul de dulciuri în exces creşte greutatea corporală).	• Stimulează hidroliza trigliceridelor celulele adipoase. • Stimulează oxidarea acizilor graşi la ni hepatic. • Favorizează sinteza de corpi cetonici celula hepatică.

Glandele suprarenale

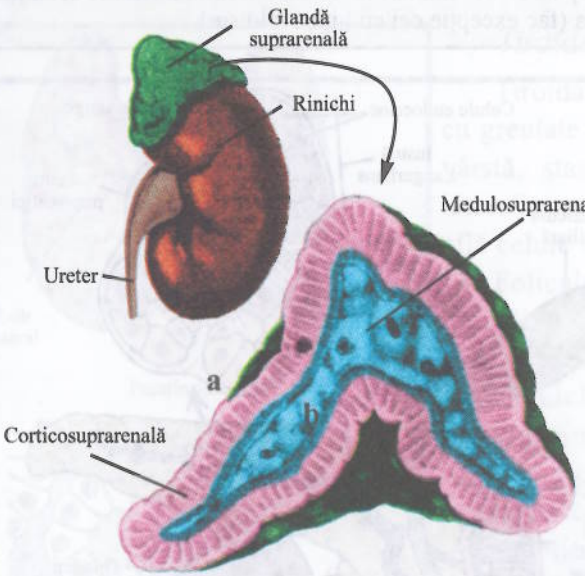


Fig. 6 - Glanda suprarenală: **a** - corticosuprarenală; **b** - medulosuprarenală.

Glandele suprarenale au formă de c şi greutatea de 8-10 g. Sunt alcătuite d două zone: una la exterior – corticală – c înconjoară complet pe cea internă medulară (fig. 6).

Corticosuprarenala este alcătuită d trei zone:

– externă (10% din volumul glandei secretă hormonii mineralocorticoizi (rep zentaţi prin aldosteron);

– mijlocie (80%), formată din cordoa de celule, care secretă hormonii glucoc ticoizi (reprezentaţi prin cortisol);

– internă (10%) – secretă hormo sexosteroizi.

Aldosteronul stimulează reabsorb ionilor de Na, însoţită de reabsorbţia apei nivel renal. În schimbul ionilor de Na excretă din organism ionii de K. Prin acţiun sale menţine constantă natremia şi potasem

Glucocorticoizii sunt hormoni de stres: ei menţin metabolismul energetic şi intermediar la val ridicate, pentru a pune la dispoziţia organismului surse eficiente de energie. Acţiunile lor metabolice referă la stimularea glicogenolizei, gluconeogenezei, lipolizei trigliceridelor; favorizează degrada proteinelor şi eliminarea azotului, determinând un bilanţ azotat negativ.

Hormonii sexosteroizi sunt reprezentaţi de hormonii androgeni, estrogeni şi progesteron. Au acţiune similară hormonilor sexuali, dar de intensitate mai mică, datorită cantităţii lor mai mici.

Medulosuprarenala este analogă unui imens ganglion vegetativ simpatic ai cărui neuroni şi-au pierdut axonii, căpătând proprietăţi neurosecretoare. Neurosecreţiile sunt reprezentate de un amestec de catecolamine (adrenalina şi noradrenalina).

Catecolaminele (adrenalina şi noradrenalina)

Adrenalina stimulează activitatea inimii şi ritmul cardiac, noradrenalina are efecte similare, dar de mică intensitate; noradrenalina produce vasoconstricţie în tot sistemul cardiovascular; adrenalina produce vasoconstricţia pe vasele ce vascularizează ficatul.

Adrenalina este singurul hormon care produce glicogenoliză nu numai hepatică ci şi musculară. Acţiunile adrenalinei şi noradrenalinei asupra sistemului nervos central constau în stimularea SRAA. Adrenalina provoacă alertă corticală, stare de anxietate (teamă difuză).

Starea de *stress* (fizic şi psihic) se desfăşoară în trei faze: de alarmă (este stimulată secreţia de adrenalină şi glucocorticoizi); de rezistenţă (este stimulată doar secreţia de glucocorticoizi); de epuizare (pot apărea boli de natură malignă). Sistemul nervos simpatic, împreună cu axul hipotalamo-hipofizo-corticosuprarenalian, devine operaţional în condiţii de *stress*.

Gonadele

Gonadele diferă în funcţie de sex. Testiculul, gonadă masculină-pereche, îndeplineşte două funcţii: exocrină (spermiogeneza) şi endocrină (secreţia de hormoni androgeni).

Ovarul, gonadă feminină-pereche, îndeplineşte două funcţii: exocrină (ovogeneza) şi endocrină (secreţia de hormoni sexuali feminini – estrogeni şi progesteron).

Activitatea testiculului şi ovarului este controlată de hormonii gonadotropi adenohipofizari (FSH şi LH). Ea va fi prezentată la fiziologia sistemului reproducător.

*Glandele paratiroide

Aceste glande sunt bogat vascularizate şi inervate. Celulele secretoare produc parathormon (PTH). Cei doi hormoni, PTH şi calcitonina (secretată de celulele parafoliculare ale tiroidei), prin acţiunile lor antagonice, menţin echilibrul fosfocalcic în sângele circulant. Efectele conjugate ale celor doi hormoni se manifestă la nivelul: ţesutului osos, tubului urinifer şi tubului digestiv (tabelul V).

Acţiunile parathormonului şi calcitoninei ***Tabelul V***

Denumirea hormonului	Acţiunile hormonului asupra:		
	ţesutului osos	nefronului	tubului digestiv
Parathormonul (PTH)	• Creşte numărul şi activitatea osteoclastelor (celule osoase multinucleate). • Mobilizează Ca^{2+} din ţesutul osos şi-l eliberează în sângele circulant.	• Reabsorbţia Ca^{2+} dependentă de parathormon are loc în tubul contort distal (ce aparţine nefronului) şi în tubul colector (ce nu aparţine nefronului). • Inhibă reabsorbţia intestinală a fosfaţilor (urmată de excreţia lor prin urină).	• Stimulează absorbţia Ca^{2+} (mediată de vitamina D) la nivelul intestinului subţire.
Calcitonina	• Inhibă formarea de noi osteoclaste. • Inhibă activitatea osteolitică a osteoclastelor (ce constă în distrugerea ţesutului osos).	• Inhibă reabsorbţia ionilor de calciu şi a fosfaţilor (urmată de eliminarea lor prin urină).	—

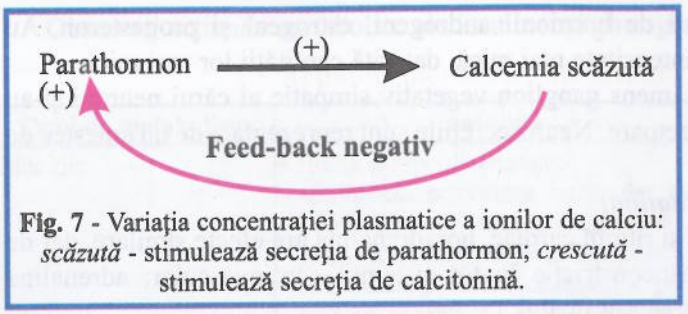


Fig. 7 - Variaţia concentraţiei plasmatice a ionilor de calciu: *scăzută* - stimulează secreţia de parathormon; *crescută* - stimulează secreţia de calcitonină.

Cei doi hormoni acţionează antago
în privinţa calcemiei: PTH are efect hip
calcemiant, iar calcitonina, hipocalcemia
în privinţa fosfatemiei au acţiune sinerg
(asemănătoare): scad fosfatemia (fig. 7).

*Timusul

Timusul atinge dezvoltarea maximă la copii, dar involuează la pubertate, fără să dispară. Savan
român C.I. Parhon denumea timusul şi epifiza „glandele copilăriei".

Rolul fiziologic al timusului. Este un organ limfoid cu rol imunologic, dar şi endocrin, par
elucidat.

Limfocitele T (timocitele) iau naştere în măduva hematogenă din oasele late (stern, coxal et
eliberate în circulaţie, ajung în timus, unde sunt instruite în vederea recunoaşterii antigenilor. Eliber
din nou în circulaţie, pătrund în ganglionii limfatici. Activate de antigeni, limfocitele T îndeplin
funcţia de imunitate celulară. Ele recunosc antigenul, se fixează pe membrana lui celulară şi îl dist
prin eliberarea unei substanţe chimice.

Hormonii timici stimulează activitatea timocitelor şi eliberarea lor în circulaţie de către timus.

*Epifiza

Epifiza (glanda pineală) avea rol de organ vizual – ochi pineal – la unele vertebrate fosile (pe
amfibieni, reptile) şi rol endocrin la vertebratele actuale (păsări, mamifere, deci şi la om). Glan
pineală intervine în reglarea unor bioritmuri.

Epifiza are formă conică şi dimensiuni mici. Împreună cu nucleii habenulari forme
epitalamusul (parte componentă a diencefalului). Epifiza atinge maximum de dezvoltare în copilări
începe să involueze înainte de pubertate.

Rolul fiziologic al epifizei

Primeşte mesaje vizuale de la retină. (Prin colaterale desprinse din tractul optic, aceste mes
ajung pe o cale ocolită la hipotalamus şi epifiză.)

Epifiza secretă hormonul melatonină. Ritmul nictemeral (lumină/întuneric) influenţează secr
acestui hormon: lumina o inhibă, iar întunericul o stimulează.

Acţiunile melatoninei sunt:

– inhibarea secreţiei hormonului de eliberare a gonadotropinelor adenohipofizare (FSH şi LH)
– inhibarea secreţiei de hormoni sexuali şi a eliberării lor în sânge;
– monitorizarea activităţii gonadelor şi actului naşterii la mamifere;
– lipsa epifizei determină pubertate precoce.

Reglarea secreţiei glandelor endocrine

Reglarea secreţiei glandelor endocrine are loc prin mecanismul umoral de *feed-back* negativ şi p
cel nervos. După rolul îndeplinit, mecanismul de *feed-back* se divide în: negativ (are loc frecven
organism) şi pozitiv (are loc rar în organism – ovulaţie şi naştere).

După natura substratului ce îi determină apariţia, *feed-back*-ul poate fi: hormonal (se referă
creşterea concentraţiei plasmatice a hormonului) şi nehormonal (variaţia concentraţiei plasmatic
unor substanţe (glucoza, de exemplu).

Mecanismul de reglare prin *feed-back* negativ constă în ajustarea permanentă a unor parametr
vederea menţinerii acestora în anumite limite, considerate normale (glicemia, calcemia).

Mecanismul de *feed-back* pozitiv constă în amplificarea progresivă a răspunsului sistemului, până la un anumit punct, după care sistemul își modifică însușirile.

Model operațional. Reglarea secreției glandelor endocrine prin mecanismul de *feed-back negativ*.

Competență. Celulele neurosecretoare din nucleii hipotalamici mijlocii produc neurosecreții, reprezentate prin hormoni de eliberare/inhibare, care ajung în adenohipofiză (v. pag. 64 fig. 2-3).

Celulele neurosecretoare din nucleii hipotalamici anteriori produc neurosecreții, reprezentate de hormonii antidiuretic (ADH) și ocitocină, depozitați în terminațiile axonilor tractului hipotalamo-hipofizar, care se termină în lobul posterior al hipofizei.

• Pe baza modelului operațional prezentat se poate explica reglarea secreției de hormoni glandulotropi și a celor secretați de glandele-țintă periferice (fig. 8).

Reglarea prin feed-back negativ hormonal:

– dacă concentrația plasmatică a hormonilor glandulotropi crește, prin *feed-back* negativ scurt se inhibă producerea de neurosecreții hipotalamice;

– prin același mecanism de *feed-back* negativ scurt sau lung are loc reglarea secreției de hormoni tiroidieni, glucocorticoizi și sexuali. Dacă hipotalamusul este vascularizat cu sânge ce conține o concentrație crescută a unui hormon secretat de o glandă-țintă periferică, *feed-back-ul* negativ este lung. Dacă se acționează asupra adenohipofizei, *feed-back*-ul negativ este scurt.

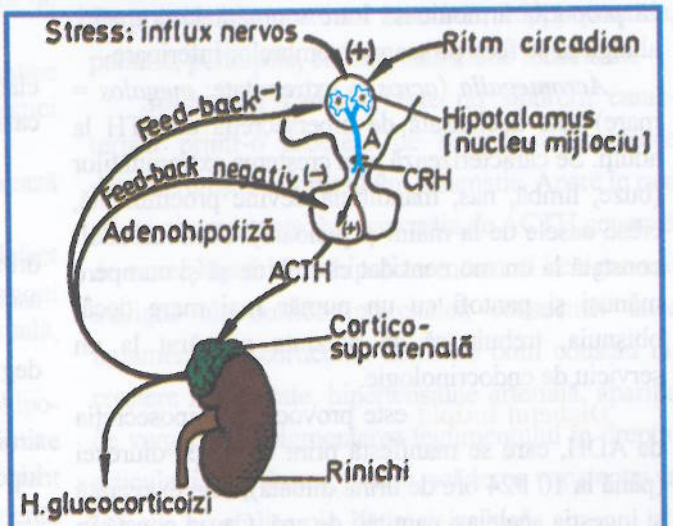


Fig. 8 - Reglarea secreției de glucocorticoizi prin mecanismul de *feed-back* negativ.

Dacă concentrația plasmatică a unui hormon din cei amintiți scade (spre exemplu, concentrația de glucocorticoizi), revenirea la valori normale nu are loc prin *feed-back* pozitiv, ci prin nefuncționarea *feed-back*-ului negativ.

Reglarea prin feed-back negativ nehormonal. Sunt reglate prin acest mecanism glicemia și calcemia: scăderea glicemiei stimulează secreția de glucagon, iar scăderea calcemiei stimulează secreția de parathormon (fig. 9).

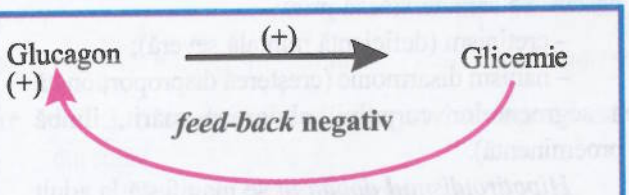


Fig. 9 – Glicemia scăzută stimulează secreția de glucagon, care convertește enzimatic glicogenul în glucoză; eliberată în circulația sistemică, corectează glicemia.

Reglarea nervoasă. Aceasta este o modalitate secundară de reglare a activității pancreasului endocrin și de reglare exclusivă a secreției de catecolamine (adrenalină și noradrenalină) de către medulosuprarenală.

Disfuncțiile glandelor endocrine

Glandele endocrine pot secreta o cantitate optimă de hormoni (normosecreție), o cantitate insuficientă (hiposecreție, exprimă hipofuncția) sau excesivă (hipersecreție, deci hiperfuncție). Vom analiza tulburările secreției hormonului de creștere (STH) și cele ale hormonului antidiuretic (ADH).

Tulburările secreției STH se manifestă diferit în funcție de vârstă, în timp ce tulburările secreției de ADH nu depind de vârstă.

Nanismul (piticismul hipofizar) se datorează hiposecreției de STH la copii. Piticul prezintă creștere armonioasă a corpului, fără ca dezvoltarea psihică și intelectuală să fie afectată. Cercetările de

inginerie genetică au permis sinteza hormonului somatotrop care, administrat copiilor cu creştere lentă, previne nanismul hipofizar.

Gigantismul este determinat la copii de hipersecreţia de STH. Talia depăşeşte 200 cm, nu se păstrează proporţia armonioasă între segmentele corpului, alungirea se face pe seama membrelor inferioare.

Acromegalia (*acros* = extremitate; *megalos* = mare) este declanşată de hipersecreţia de STH la adulţi. Se caracterizează prin creşterea extremităţilor (buze, limbă, nas, mandibula devine proeminentă, cresc oasele de la mâini şi picioare). Când un adult constată la un moment dat că trebuie să-şi cumpere mănuşi şi pantofi cu un număr mai mare decât obişnuia, trebuie să se prezinte neapărat la un serviciu de endocrinologie.

Diabetul insipid este provocat de hiposecreţia de ADH, care se manifestă prin: creşterea diurezei (până la 10 l/24 ore de urină diluată); sete exagerată şi ingestia aceleiaşi cantităţi de apă. Cauza constă în lipsa reabsorbţiei facultative a apei (dependentă de ADH), la nivelul tubului contort distal şi a tubului colector.

Tulburările secreţiei tiroidiene se datorează fie hiposecreţiei (hipotiroidism), fie hipersecreţiei (hipertiroidism) de hormoni tiroidieni.

Nanismul tiroidian se datorează hipotiroidismului congenital, ce se manifestă la copilul nounăscut. Se caracterizează prin:

– cretinism (deficienţă mintală severă);

– nanism disarmonic (creşterea disproporţionată a segmentelor corpului, abdomen mărit, limbă proeminentă).

Hipotiroidismul dobândit se manifestă la adult prin: mixedem (creşterea cantităţii de lichid interstiţial, ce determină apariţia edemului); scăderea ritmului cardiac (bradicardie); uscarea şi îngroşarea pielii extremităţilor; adaptare scăzută la frig. Ca răspuns la incapacitatea glandei de a secreta hormoni tiroidieni, creşte secreţia de TSH, care determină în timp creşterea volumului glandei tiroide – guşa.

Când deficitul de sinteză a hormonilor tiroidieni se datorează carenţei de iod din apă sau alimente, apare guşa endemică.

Boala Basedow-Graves constituie manifestarea clinică a hipertiroidismului Se manifestă prin:

– apariţia de anticorpi care mimează secreţia TSH, stimulând creşterea secreţiei şi volumu glandei;

– creşterea metabolismului bazal;

– iritabilitate, irascibilitate şi fugă de idei;

– tahicardie (creşte ritmul cardiac);

– hiperfagie (consum alimentar crescut) a ciată cu pierderea în greutate (prin intensifica catabolismului);

– intoleranţă la căldură;

– pielea este caldă şi umedă;

– exoftalmie (globii oculari proemină orbite), pleoapa superioară se retrage, clipitul rar e asociat cu fixitatea privirii;

– bilanţul azotat devine negativ, ca expresi degradării proteinelor;

Guşa semnifică creşterea în volum a glan tiroide, care din punct de vedere funcţional e hipersecretantă.

Disfuncţiile paratiroidelor pot apărea urmare a extirpării accidentale a paratiroidelor, timpul operaţiei chirurgicale pe tiroidă.

Hipofuncţia paratiroidelor constă în diminua secreţiei de parathormon pe timp îndelungat.

Efectele hiposecreţiei paratiroidelor sunt:

– spasmofilia (creşte excitabilitatea neurom culară; apar contracţii musculare izolate, sponta dureroase);

– tetania (contractura generalizată a muşch striaţi, poate cuprinde uneori muşchii laringelu glotei şi poate declanşa moartea prin spasm la gian).

Disfuncţia pancreasului endocrin se ca terizează prin creşterea sau scăderea glicemiei p valorile normale. Glicemia (concentraţia glucoze sângele circulant) se realizează prin mecanism *feed-back* negativ nehormonal. Creşterea/scăde concentraţiei de glucoză în sânge poartă numele hiper-/hipoglicemie.

Diabetul zaharat (boală metabolică) se cara rizează prin:

– hiperglicemie însoţită de glicozu (eliminarea glucozei prin urină);

– poliurie (pierderea unei cantităţi mari de prin urină) asociată cu glicozuria, deoarece gluc este o substanţă osmotic activă;

– polidipsie (sete exagerată) ca efect al poliu

– polifagie (foame exagerată);

– sursa principală de energie în diabet o constituie lipidele; prin oxidarea intensă a acizilor graşi se formează acetil~coenzima A în exces, care este folosită de celulele hepatice pentru sinteza de corpi cetonici;

– creşterea cetonemiei (concentraţiei plasmatice a corpilor cetonici) duce la instalarea comei cetoacidozice. Netratată, poate duce la moarte.

Disfuncţiile corticosuprarenalei se datorează fie hiposecreţiei, fie hipersecreţiei de hormoni.

Sindromul adrenogenital reprezintă un defect de sinteză steroidiană, cu acumulare de hormoni sexuali. Se manifestă prin ambiguitate sexuală, virilizare, uneori hipertensiune arterială.

Boala Addison este caracterizată prin hipofuncţia corticosuprarenalei. De regulă, sunt afectate toate funcţiile corticosuprarenalei. Cauzele sunt variate: autoimune, inflamatorii, insuficienta vascularizaţie a corticosuprarenalei sau metastaze. Se manifestă prin iritabilitate, apatie, slăbiciune, fatigabilitate, sete redusă, colorare mai accentuată a tegumentelor (şi a celor neexpuse la soare), scădere în greutate, hipotensiune arterială, absenţa părului pubian şi axilar, hipotonie musculară.

Boala Conn este caracterizată prin hipersecreţie de aldosteron datorată fie creşterii în dimensiuni (hipertrofie) a corticosuprarenalei, fie unei tumori, cel mai adesea benigne, a corticosuprarenalei. Se manifestă prin hipertensiune arterială, hipopotasemie, poliurie, polidipsie, cefalee, slăbiciune musculară.

Sindromul Cushing este un sindrom caracterizat printr-o asociere de semne şi simptome datorate creşterii cortizolului plasmatic. Apare în mai multe circumstanţe: hipersecreţia de ACTH generată de cauze hipotalamo-hipofizare; tumori benigne sau maligne ale corticosuprarenalei; consecutiv unor tratamente cu corticoizi. Semnele bolii constau în: creştere în greutate, hipertensiune arterială, apariţia de vergeturi şi pigmentarea tegumentului în dreptul articulaţiilor, seboree, acnee, scăderea rezistenţei la infecţii, hiperglicemie, depresie psihică.

Caşexia are drept cauză insuficienţa hipofizară globală. Pacienţii au aspectul de îmbătrânire precoce: slabi, numai „piele şi os", sfârşiţi de puteri, cu părul rărit, cu dinţii căzuţi, pielea cenuşie şi pergamentoasă, sunt ca nişte adevărate mumii.

Test de evaluare. Sistemul endocrin

Respectă regulile de igienă alimentară şi te vei bucura de o bună funcţionare a glandelor endocrine

I. La următoarele întrebări, un singur răspuns este corect:

1. Care sunt acţiunile parathormonului?
a) creşte activitatea osteoclastelor
b) inhibă osteoliza
c) inhibă reabsorbţia Ca^{2+} din ţesutul osos
d) scade eliminarea urinară a fosfaţilor

2. Secreţia căror asocieri de hormoni se realizează prin *feed-back* negativ nehormonal?
a) triiodotironină/ tiroxină
b) insulină/ glucagon
c) estrogeni/ progesteron
d) adrenalină/ noradrenalină

3. Care dintre asocierile privind timusul este corectă?
a) timusul/ dispare la adult
b) timusul/ Nicolae I. Paulescu
c) rol imunologic/ endocrin
d) participă la apărarea împotriva agenţilor infecţioşi/ imunitate umorală

4. Cărui hormon se datorează glicogenoliza hepatică şi musculară?
a) glucagonul
b) tiroxina
c) STH
d) adrenalina

5. Care dintre hormonii enumeraţi au efect calorigen?

a) insulina
b) calcitonina
c) tiroidieni
d) noradrenalina

6. În ce condiţii bilanţul azotat devine negativ?

a) hipertiroidism
b) gigantism
c) diabet zaharat
d) diabet insipid

7. În parenchimul cărei glande endocrine se află două tipuri de celule secretoare?

a) medulosuprarenala
b) pancreasul endocrin
c) hipofiza
d) tiroida

8. Care dintre hormonii enumeraţi stimulează formarea osteoclastelor?

a) tiroxina
b) secretina
c) calcitonina
d) parathormonul

9. Care este cel mai important hormon ce readuce hiperglicemia la valori fiziologice?

a) noradrenalina
b) calcitonina
c) insulina
d) glucagonul

10. Care sunt hormonii glandulotropi ce reglează activitatea gonadelor?

a) TSH
b) FSH şi LH
c) ACTH
d) T_3 şi T_4

II. Coloana A cuprinde exemple de tulburări ale secreţiei glandelor endocrine, iar coloana B, caracterizarea acestora. Scrieţi pe caiet asocierea dintre fiecare cifră a coloanei A şi litera corespunzătoare din coloana B.

A	B
1) guşa endemică	a) contractura generaliz a muşchilor striaţi
2) diabetul insipid	b) hiperglicemie însoţită glicozurie
3) tetania	c) creşte diureza prin e minarea unei cantit mari de urină diluată
4) diabetul zaharat	d) creşte capacitatea ti idei de a sintetiza h moni tiroidieni.
5) guşa hipersecretantă	e) hiposecreţia de horm tiroidieni consecuti carenţei de iod în apă

III. Întrebări structurate

• Hormonii cu acţiune antagonică sur parathormon – calcitonină; insulină – glucagon.

Răspundeţi la următoarele întrebări:

a) Care sunt hormonii implicaţi în menţiner echilibrului fosfocalcic?

b) Ce implicaţii are scăderea sau creşter concentraţiei plasmatice a Ca^{2+}?

c) Care sunt hormonii cu acţiune hipoglic miantă? Dar hiperglicemiantă?

• Dacă priza alimentară consumată la ora conţine 100 g miere de albine:

d) Care este valoarea glicemiei la ora 1 Dar la ora 20?

e) Ce hormoni readuc glicemia la valo fiziologice în primul şi în al doilea caz?

f) În ce constă acţiunea hormonilor hipo- hiperglicemianţi?

IV. Elaboraţi un eseu structurat după urm torul plan:

• Legăturile hipotalamusului cu glanda hipofiz

a) legătura vasculară dintre eminenţa mediar şi celulele secretoare ale adenohipofizei (pr sistemul porthipofizar);

b) legătura nervoasă dintre neuronii neur secretori ai nucleilor hipotalamici anteriori şi lob posterior al hipofizei;

c) rolul sistemului porthipofizar.